

LVIAS-suunnitteluopas

ara

Asumisen rahoitus-
ja kehittämiskeskus

25.9.2024



ALUKSI

Tämän oppaan on toteuttanut A-Insinöörit Suunnittelu Oy yhteistyössä Aran kanssa. Oppaan laatimisesta ovat vastanneet Samu Heikkilä (LVIA) ja Joonas Kiuru (sähkö). Oppaan toteutuksessa apuna toimineet muut henkilöt on esitetty oppaan lopussa.

Tämän oppaan tarkoituksena on antaa ohjeistuksia ja suosituksia ARA-kohteen LVISA-suunnittelusta, kustannuksista ja keskeisistä keinoista saavuttaa parempia tuloksia elinkaari tehokkuudessa. Suunnitteluopas toimii Aran suunnittelunohjauksen ja hintojen hyväksynnän tukena ja siihen on koottu LVISA-järjestelmien keskeisiä tavoitteita ja suosituksia valtion rahoittamille asunnoille. Oppaassa annetaan yleisen tason ohjeita ja suosituksia, jotka on tapauskohtaisesti tarkastettava. Oppaassa annetut ohjeet ja suositukset eivät poissulje hankkeeseen ryhtyvän vastuuta asioista. Suunnitteluratkaisut tulee aina laatia paikalliset olosuhteet huomioon ottaen.

Suunnitteluopas on suunnattu rakennushankkeeseen ryhtyvän LVISA-suunnittelijoille, mutta se antaa talotekniikan näkökulmasta hyvää perustietoa myös arkkitehdille, muille suunnittelualueille, urakoitsijoille, kiinteistönomistajille, käyttäjille, sekä rakennuttajille ja rakentajille.

Erityissuunnittelijoiden pätevyysvaatimuksista on säädetty Maankäyttö- ja rakennuslaissa (1.1.2025 alkaen Rakentamislaki 751/2023). LVIAS-suunnittelusta vastaavilla henkilöillä tulee olla riittävä pätevyys tehtävässä toimimiseen. Projektiin osallistuvien suunnittelijoiden tulee tuntea suomalaiset määräykset ja käytännöt. Suunnitteluratkaisuissa tulee noudattaa Ympäristöministeriön asetuksia, Aran ja muiden viranomaisten ohjeistuksia, hyvää rakentamistapaa sekä tämän suunnitteluoppaan suosituksia. Lukijan on otettava huomioon, että tämä ohjeistus noudattaa sen laatimisajankohdan (25.9.2024) mukaisia määräyksiä, ohjeistuksia ja hyviä ratkaisutapoja. Suunnittelijoiden tulee aina noudattaa kulloinkin voimassaolevia määräyksiä ja toimintatapoja.

Suunnitteluoppaan ohjeistukset ja suositukset on rajattu koskemaan

- Uudisrakentamista ja kerrostalokohteita, joiden enimmäiskerrosluku on kahdeksan
- Peruserkostaloja, joissa kaikki kerrokset ovat tasaisella tontilla maanpäällisinä kerroksina
- Kohteiden pysäköinti on maantasossa ilman rakenteellista pysäköintiä
- Rakennusten liiketilojen talotekniikkaan ei ole otettu kantaa

Rakennuksessa ajatellaan olevan seuraavat kerrostalon tilaryhmät

- Asunnot keskipinta-alaltaan 45m², vaihdellen yksiöistä kolmioon 30 – 75 m²
- Osassa asunnoista on asuntokohtainen sauna
- Kaikissa asunnoissa on parveke
- Pienemmissä asunnoissa on asunnon kokoa vastaava pesuhuone/wc-tila, jossa paikka pyykinpesukoneelle
- Isommissa asunnoissa lisäksi erillinen wc-tila
- Keittiö asunnon koon mukaisena perusratkaisuna. Laitteistot liesi/liesitaso, uuni, liesituuletin tai – kupu, apk, mikroaaltouuni, jääkaappi ja pakastin.
- Yhteistilat TOP-TEN suosituksen mukaisesti mm. kerho/askarteluhuone, saunaosasto, pesula + kuivaushuone ja tarvittavat varastot
- Kiinteistöhuollon tila
- VSS-tila kerroslamitoituksen mukaisesti
- Porrashuoneet ja hissi esteettömyysmitoituksella
- Ulko-oivissa automaattiaukaisija

SISÄLLYSLUETTELO

1	SUUNNITELTAVALLE KOHTEELLE ASETETTAVAT TAVOITTEET	4
1.1	Kustannustehokkuus	5
1.2	Energiatehokkuus	5
1.3	Elinkaaritehokkuus	6
2	LVIS-JÄRJESTELMIEN TILAVARAUKSET	7
3	LVI-JÄRJESTELMÄT JA RATKAISUT	8
3.1	Ulkopuoliset vesi- ja viemärijärjestelmät	8
3.2	Sisäpuoliset vesi- ja viemärijärjestelmät	11
3.2.1	Viemärijärjestelmät	11
3.2.2	Käyttövesijärjestelmät	14
3.2.3	Esimerkki asuinhuoneiston vesi- ja viemärisuunnitelmasta	18
3.3	Lämmitys	19
3.3.1	Lämmityksen tuotanto	19
3.3.2	Lämmönjako	22
3.3.3	Lämmitysverkostot	24
3.3.4	Esimerkki asuinhuoneiston lämmityssuunnitelmasta	26
3.4	Jäähdytys- ja viilennys	29
3.4.1	Jäähdytyksen tuotanto	31
3.4.2	Jäähdytys- ja viilennysratkaisut	33
3.5	Ilmanvaihto	35
3.5.1	Asuntokohtainen ilmanvaihto	37
3.5.2	Keskittetty ilmanvaihto	38
3.5.3	Asuinhuoneistojen ilmanvaihdon suunnittelu	40
3.5.4	Esimerkki asuinhuoneiston ilmanvaihtosuunnitelmasta	41
3.6	Ilmanvaihdon paloturvallisuuden huomioiminen suunnittelussa	44
3.7	Putkiston paloturvallisuuden huomioiminen suunnittelussa	45
4	SÄHKÖJÄRJESTELMÄT JA RATKAISUT	47
4.1	Sähköenergia jakelu- ja käyttöjärjestelmät	47
4.1.1	Yleistä	47
4.1.2	Laitteita ja tarvikkeita koskevat yleiset vaatimukset	47
4.1.3	Yleiset asennusohjeet	48
4.1.4	Sähköliittymä	49
4.1.5	Pääjakelujärjestelmä ja nousukaapelointi	49
4.1.6	Sähkökeskukset	50
4.1.7	Sähkönmittausjärjestelmä	50
4.1.8	Maadoitukset	51
4.1.9	Asennus- ja apujärjestelmät	51
4.2	KIINTEISTÖN LAITTEIDEN JA LAITTEISTOJEN SÄHKÖISTYS	54
4.2.1	Pistorasiat	54
4.2.2	Autonlämmityspistorasiat	55
4.2.3	Sähköautojen latausjärjestelmä	55
4.2.4	LVI-laitteiden ja -laitteistojen sähköistys	56

4.3 VALAISTUS JA SÄHKÖLÄMMITYSJÄRJESTELMÄ	57
4.3.1 Valaistusjärjestelmät	57
4.3.2 Sähkölämmitysjärjestelmät	58
4.4 TELE JA OHJAUSJÄRJESTELMÄT	59
4.4.1 Tietotekniset järjestelmät, Yleiskaapelointi- ja antennijärjestelmät	59
4.5 PALO JA TILATURVALLISUUS JÄRJESELMÄT	60
4.5.1 Paloturvallisuusjärjestelmät	60
4.5.2 Turva- ja poistumistievalaistusjärjestelmä	60
4.5.3 Savunpoiston ohjaus ja valvontajärjestelmä	60
4.5.4 Tilaturvallisuusjärjestelmät ja sähkölukitusjärjestelmä	61
5 RAKENNUSAUTOMAATIOJÄRJESTELMÄT JA RATKAISUT	62
5.1 Rakennusautomaatio energiatehokkuuden ja elinkaaren näkökulmasta	63
5.2 Ohjeita rakennusautomaation suunnitteluun	64

1 SUUNNITELTAVALLE KOHTEELLE ASETETTAVAT TAVOITTEET

Valtion tukemassa asuntotuotannossa suositetaan laadukkaita, energiatehokkaita, hyvän sisäilmaston omaavia ja ekologisesti kestäviä asuinrakennuksia. Ara edellyttää, että kohteen laatutavoitteet asetetaan niin, että lopputuloksesta saadaan tarkoituksenmukainen, toimiva ja kohtuuhintainen rakennus.

Suunnitteluratkaisuissa pyritään yhdistämään hyvä laatutaso ja kustannustehokkuus. Tavoitteeseen päästään huomioimalla LVIAS-järjestelmien valinnoissa pitkäikäisyys, huollettavuus, helppokäyttöisyys, energiankäyttö ja kohtuuhintaisuus.

Ara suosii hyväksi ja käytössä toimivaksi havaittuja ratkaisuja. Sellaisia kokeellisia ratkaisuja, joiden toimivuudesta ei vielä ole kokemusta tulee välttää. Kokeelliset kehittämishankkeet on tuotava esille ja sovittava Aran ja tilaajan välillä tapauskohtaisesti.

- Suunnitteluratkaisuissa tulee huomioida että:
- Tuotteet ja materiaalit ovat hyväksytyjä ja käytössä hyväksi havaittuja
- LVIAS-järjestelmät voidaan huoltaa ja korjata ilman merkittävää rakenteiden purkamista
- LVIAS-järjestelmien toimintaa ja energiankäyttöä voidaan seurata ja valvoa
- Suunnitteluratkaisut ovat hankkeen näkökulmasta tavoitteenmukaisia
- Suunnitteluratkaisut laaditaan asetusten ja hyvän rakentamistavan mukaisesti käyttäen mahdollisimman paljon hyväksi havaittuja ja kohtuuhintaisia ratkaisutapoja

Suunnittelun onnistumisen kannalta on tärkeää, että:

- Suunnittelijat ymmärtävät tilaajan, käyttäjän ja Aran hankkeelle asettamat tavoitteet (ARA Rakennuttamis- ja suunnitteluopas)
- Suunnittelijoilla on riittävä pätevyys toimia hankkeen suunnittelijana
- Suunnittelijat perehtyvät huolellisesti hankkeen lähtötietoihin ja viestivät aktiivisesti lähtötietotarpeista tilaajan, käyttäjän ja suunnittelualojen välillä
- Suunnittelualojen välinen yhteensovitus toteutetaan pääsuunnittelijavetoisesti
- LVIAS-suunnitelmien tietosisältö on riittävän kattava, jotta rakennuksen talotekniikka voidaan suunnitelmien perustella toteuttaa ja säätää tarkoituksenmukaisesti
- Suunnitelmat ovat selkeitä ja helposti luettavia

Asuinkerrostalon LVIAS-suunnittelun tehtävät pohjautuvat usein asuntosuunnittelun tehtäväluetteloon (RT 10-10827). Tehtävät voivat vaihdella hankkeen urakkamuodosta ja toteutustavasta riippuen, mutta tehtäväluettelo toimii hyvänä pohjana sille, mitä tehtäviä ja suunnitelmia hankkeen eri vaiheet tyypillisesti edellyttävät.

1.1 Kustannustehokkuus

Kustannustehokkuutta voidaan edistää osallistamalla erityisalojen suunnittelijat mahdollisimman aikaisessa vaiheessa mukaan pääkuvien laatimiseen, jolloin kokonaisuuteen vaikuttavat asiat voidaan huomioida riittävän aikaisessa vaiheessa. LVIS-suunnittelijat on suositeltavaa kiinnittää hankkeelle jo hankesuunnitteluvaiheessa.

Asuntojen välillä toistuvat ja vakioidut LVIS-ratkaisut lisäävät kustannustehokkuutta ja johtavat usein myös laadukkaampaan lopputulokseen. Kustannustehokkuudessa voidaan saavuttaa hyviä tuloksia vakioimalla eri ratkaisumalleja. Tämä mahdollistaa prosessin syntymisen, jossa hyväksi havaittuja ratkaisutapoja toistetaan ja kehitetään hankkeesta toiseen.

Materiaali- ja laitevalinnoissa kustannustehokkuutta voidaan edistää valitsemalla elinkaari- ja energiatehokkuus huomioiden tarkoitukseen sopivia tuotteita, jotka ovat helposti asennettavia ja helposti saatavilla.

Suunnitelmissa kustannustehokkuus ja hyvä laatutaso pyritään saavuttamaan käyttäen selkeitä ja hyväksi havaittuja ratkaisutapoja.

Talotekniikkaosuuden toteutuksessa suositellaan käytettävän talotekniikkaan erikoistunutta valvojaa hankkeen vaativuus huomioiden. Valvoja edustaa tilaajaa ja varmistaa, että suunnitelmat ovat asianmukaisia ja toteutus tapahtuu suunnitellulla tavalla.

1.2 Energiatehokkuus

Rakennuksen hyvä energiatehokkuus pienentää energiankäytöstä syntyviä kustannuksia ja johtaa usein myös asumismukavuuden kannalta hyviin ratkaisuihin. Hankkeeseen ryhtyvän ja suunnittelijoiden on tärkeää perehtyä rakennuksen energiatehokkuutta koskeviin määräyksiin.

Energiatehokkuuteen vaikuttavat oleellisesti rakennuksen arkkitehtuuri ja rakenneratkaisut, lämmitysmuoto ja ilmanvaihtojärjestelmät, sekä valaisimien ja muiden sähkölaitteiden sähkönkulutus. Lisäksi on oleellista, että talotekniikkaa ohjataan toimimaan energiatehokkaasti. Tämän vuoksi rakennusautomaatiolla on merkittävä rooli rakennuksen energiatehokkuuden kannalta. Rakennusautomaatiolla energian käyttöä pystytään esimerkiksi mittaamaan, seuraamaan, analysoimaan ja optimoimaan. Sen lisäksi, että rakennusautomaatio suunnitellaan tukemaan rakennuksen energiatehokkuutta, tulisi sitä ylläpitää ja huoltaa, jotta rakennus toimii energiatehokkaasti myös tulevaisuudessa.

Ara suositellee uusiutuvien energioiden käyttöönottamista osana rakennusten vuotuisen energiatarpeen kattamista. Energiatehokkaan kokonaisratkaisun aikaansaamiseksi tulee käyttää kustannusoptimaalisia ja elinkaaritaloudellisia menetelmiä. Tyypillisiä uusiutuvan energian ratkaisuja ovat esimerkiksi maalämpö ja aurinkoenergia.

Talotekniset järjestelmät kehittyvät jatkuvasti kohti energiatehokkaampaa toimintaa. Suunnittelijoiden on hyvä seurata alalla tapahtuvaa kehitystä ja tuoda esiin ratkaisuehdotuksia, joilla saavutetaan parempia tuloksia energiatehokkuudessa.

1.3 Elinkaaritehokkuus

Elinkaaritehokkuus syntyy investointikustannuksista suhteessa elinkaaren aikana syntyviin käyttökustannuksiin. Tämän vuoksi pelkästään hankintakustannukset eivät ratkaise sitä, mikä on pitkällä aikavälillä kokonaistaloudellisesti kannattavin ratkaisu. Järjestelmän tai laitteen elinkaaren aikaisiin käyttökustannuksiin vaikuttavat oleellisesti energiankulutus sekä elinkaaren aikana syntyvät korjaus- ja huoltokustannukset.

Suunnitteluratkaisut voivat olla investoinneiltaan kalliimpia, jos ne johtavat elinkaaritehokkaampaan ratkaisuun. Tilaajan on hyvä perustella Aralle millä tavoin kalliimmat investoinnit tuovat hyötyä elinkaarikustannusten näkökulmasta.

Talotekniikan toimivuudella on suuri merkitys siihen, että rakennus toimii suunnitellulla tavalla. Rakennuksen elinkaaren näkökulmasta on tärkeää, että taloteknisten järjestelmien toimivuutta voidaan valvoa rakennusautomaation kautta. Rakennuksen ja asuntojen kulutustietoja on suositeltavaa seurata, jotta rakennuksen vahingolliseen käyttöön on mahdollista puuttua ajoissa. Käytön valvontaan voidaan hyödyntää esimerkiksi asuntokohtaisia lämpötilamittauksia ja asuntokohtaisten ilmanvaihtokoneiden käyntitilätietoja.

Suunnittelussa tulee suosia hyväksi havaittuja ratkaisuja. Kokeellisia ratkaisuja tulee välttää muissa kuin Aran ja tilaajan välillä sovitussa kehittämishankkeissa. Suunnittelussa on suositeltavaa kiinnittää huomioita siihen, miten rakennus toimii tulevaisuuden muuttuvissa sääolosuhteissa ja miten rakennus voi tulevaisuudessa hyödyntää uusiutuvaa energiaa.

Rakennuksen elinkaaritehokkuutta edistävät esimerkiksi:

- Elinkaaren näkökulmasta kokonaistaloudelliset ratkaisut
- Matala energiankulutus
- Muuntojoustavat ratkaisut
- Helposti huollettavat, korjattavat ja vaihdettavat järjestelmät
- Rakennuksen varustaminen jäähdytyksellä tai viilennyksellä (tai jäähdytysvalmiudella)
- Muuttuvien sääolosuhteiden huomioiminen jäähdytys- ja viilennysjärjestelmien sekä sadevesijärjestelmien mitoituksessa
- Valmiudet aurinkopaneeleille ja sähköautoille
- Tilavaraukset esimerkiksi maalämpöön siirtymistä varten
- Rakennusautomaatio elinkaaritehokkuuden tukena
 - Rakennusautomaatiojärjestelmän huolto ja ylläpito
 - Keskenään hyvin yhteensopivat järjestelmät
 - Energiankulutuksen seuranta ja optimointi
 - Talotekniikan toimivuuden seuranta
 - Rakennuksen asianmukaisen käytön seuranta

2 LVIS-JÄRJESTELMIEN TILAVARAUKSET

LVIS-tilavarausten tarkoitus on määritellä alustavat talotekniikan vaatimat tilatarpeet ja pääreitit sekä tarkastella teknisten tilojen sijainnin ja koon soveltuvuus hankkeen LVIS-järjestelmille. LVIS-tilavaraukset suositellaan tarkastelemaan ennen rakennusluvan hakemista, jotta vältetään hyväksytyjen arkkitehtipohjien merkittäviltä muutostarpeilta. Tilavarausten tarkasteluun osallistuvat LVIS-suunnittelun lisäksi yleensä tilaaja, arkkitehti ja rakennesuunnittelu.

Talotekniikan tilavaraukset olisi hyödyllistä tarkastella jo hankesuunnitteluvaiheessa. Tällä voidaan vähentää tiloihin kohdistuvia muokkaustarpeita, parantaa järjestelmien toteutettavuutta ja saavuttaa laadullisesti parempi lopputulos. Usein tilaratkaisujen suunnittelu edistetään hankesuunnitteluvaiheessa jo melko pitkälle, mutta talotekninen tarkastelu aloitetaan vasta luonnossuunnitteluvaiheessa. Tämä voi johtaa siihen, että tilaratkaisuja joudutaan muokkaamaan, taloteknisiä järjestelmiä sijoittamaan epäedullisiin paikkoihin ja tekemään ratkaisuja, jotka monimutkaistavat järjestelmää ja edellyttävät mittavia alakatto- ja kotelointiratkaisuja. Etenkin asuntokohtainen ilmanvaihto edellyttää asunnon sisäpuolelle alakatto- ja koteloratkaisuja, joiden määrää on mahdollista vähentää huomioimalla hankesuunnitteluvaiheessa ilmanvaihtokoneen sijainti ja kanaviston reittien mahdollisuudet suhteessa ympäröiviin tiloihin.

Talotekniikkaa voidaan huomioida ennakoivasti arkkitehtisuunnittelussa kiinnittämällä huomiota seuraaviin asioihin:

- Viemäritävien tilojen sijoittaminen päällekkäin
- Vältetään viemäritävien tilojen sijoittamista ääniteknisesti riskialttiiden tilojen yläpuolelle (esim. olohuoneet ja makuuhuoneet)
- Pystyhormien alustavat tilavaraukset
- Ryhmäkeskusten alustavat sijainnit
- Riittävät sähkökeskustilat

Keskeisimmät LVIS-tilavarauksissa huomioitavat asiat:

- Selvitetään keskeisimmät talotekniset ratkaisut ja toteutusperiaatteet
- Tarkastellaan alustavasti talotekniikan toteutukseen, huollettavuuteen ja vaihdettavuuteen vaikuttavat tekijät (riittävät tilat laitteille ja asennuksille, tekniikan asemointi, vältetään ratkaisuja jotka edellyttävät monimutkaisia tai riskialttiita reittivalintoja)
- Teknisten tilojen riittävä määrä, koko ja sijainti, sekä IV-konehuoneiden haalausreitit
- LVIS-pystyhormien alustavat koot ja asemointi. Sähkönousut kulkevat usein samassa pystyhormissa putkien ja kanavistojen kanssa.
- Alustavat alakatto- ja kotelointitarpeet etenkin asuinhuoneiden osalta
- Rakenteiden kantavuuteen vaikuttavat tekijät voivat asettaa rajoitteita talotekniikan pystyhormien asemointiin ja rakenteita lävistäviin vaakasiirtymiin. Kevyt yhteensovitus suunnittelualojen välillä vähentää muutostarpeita seuraavissa vaiheissa.

3 LVI-JÄRJESTELMÄT JA RATKAISUT

3.1 Ulkopuoliset vesi- ja viemärijärjestelmät

Ulkopuolisten vesi- ja viemärijärjestelmien suunnittelun tavoitteena on toimintavarma, helposti huollettava ja toteutuskelpoinen järjestelmä.

Toimintavarmuutta ja huollettavuutta voidaan edistää pyrkimällä suoraviivaisiin ja yksinkertaisiin reittivalintoihin turhia suunnanmuutoksia välttämällä, sekä tekemällä tarvittavat suunnanmuutokset tarkastuskaivojen tai tarkastusputkien yhteyteen. On tärkeää huomioida, ettei sallittu maksimietäisyys (40 metriä) tarkastuspisteiden välillä ylity ja putkistot kaivojen välissä voidaan puhdistaa.

Toimintavarmuuteen ja huollettavuuteen liittyvät myös tekniikan suojaaminen jäätymiseltä ja järjestelmien vaihdettavuuden huomioiminen silloin, kun ne suunnitellaan kulkemaan kiinteiden rakenteiden alla.

Toteutettavuutta voidaan edistää keskittämällä tekniikkaa yhteisiin kaivantoihin. Toteutuksen ja kustannustehokkuuden näkökulmasta on suositeltavaa välttää tarpeettoman syviä kaivantoja sekä tarpeetonta kallion louhintaa. Heikoilla pohjamaa-alueilla on kiinnitettävä huomioita putkikaivantojen kantavuuteen.

Korjattavuutta voidaan edistää sijoittamalla tekniikkaa niin, että maa voidaan tarvittaessa aukaista korjaustoimenpiteitä varten ilman merkittäviä purkutoimenpiteitä. Putkikaivantojen sijoittaminen esimerkiksi nurmialueelle helpottaa maan aukaisua myöhemmin.

Ulkopuoliset vesi- ja jätevesijärjestelmät

Riskien minimoimiseksi viemäröinnit tulisi toteuttaa esisijaisesti viettoviemäröinnillä. Jätevesiä pumpataan, jos viemäröinti painovoimaisesti ei ole mahdollista tai viemäripisteitä sijaitsee padotuskorkeuden alapuolella. On suositeltavaa johtaa pumppaamoon vain ne jätevedet, joiden viemäröinti painovoimaisesti ei ole mahdollista.

Jätevesipumppaamon suunnittelussa huomioitavia asioita:

- Pumppaamon mitoitustiedot
- Pumppaamon riittävä varatilavuus sähkökatkojen varalle (esim. 2 tuntia)
- Pumppaamon hälytykset häiriötilanteissa
- Pumppaamon tuuletuksen järjestäminen siten, ettei hajuhaittaa aiheudu (pumppaamon tuuletusputki vesikatolle)
- Pumppaamon sijainti, tarkastaminen ja huollettavuus huomioiden
- Pumppujen määrä (varustetaan kahdella pumpulla toimintavarmuuden parantamiseksi)
- Pumppaamon ankkurointi (rakennesuunnittelija toimittaa lähtötiedot suunnitelman laatimiseksi)
- Käytettävän viemäriputken materiaalin ja liitostavan tulee olla maaviemäröintiin soveltuva. Ulkopuoliset jätevesiviemärit tehdään yleensä maaviemäriputkista esim. PVC – tai PP muhviilitoksin.

Jätevesikaivoina käytetään virtausta ohjaavalla pohjakourulla varustettuja kaivoja. Kaivojen kansien materiaali ja kantavuus tulee huomioida kaivon sijainnin mukaan. Kaivojen kansien koot tulee mitoittaa riittävän suureksi, jos kaivoissa on huoltoa vaativa laitteita.

Jätevesiviemärin peitesyvyys suunnitellaan kohteen maantieteellinen sijainti huomioon ottaen niin, että viemäri ei jäädy. Yleensä viemärin turvallinen peitesyvyys on vähintään 1,2 metriä. Jos peitesyvyys on matalampi, suositellaan viemärin lämpöeristämistä ja tarvittaessa varustamista sulanapidokaapelilla.

Tonttivesijohdon materiaalina käytetään yleensä PEM- ja PEH-putkea. Tonttivesijohto tulee olla vaihdettavissa, joten rakennusten alla se sijoitetaan tyypillisesti suojaputkeen. Vaihdettavuuden näkökulmasta tonttivesijohto tulisi johtaa rakennuksen alla mahdollisimman lyhyttä reittiä tekniseen tilaan. Jos rakennus sijaitsee PIMA-alueella (pilaantuneet maa-alueet) tms., tulee tonttivesijohdon materiaalin olla PIMA-alueelle soveltuva diffuusiosuojattu putki.

Jäätymisen estämiseksi tonttivesijohto suositellaan ensisijaisesti suunnittelemaan routarajan alapuolelle. Tarvittaessa tonttivesijohdon jäätymisen estetään muilla keinoin, kuten esimerkiksi sähköisellä sulanapidolla ja/tai riittävällä lämpöeristyksellä.

Ulkopuoliset hule- ja sadevesijärjestelmät

Riskien minimoimiseksi hulevesiviemärointi tulisi toteuttaa esisijaisesti viettoviemäroinnillä. Mikäli hulevesien poisjohtaminen edellyttää pumppausta, on tärkeää huomioida hulevesien hallittu poisjohtuminen pumppaamon häiriötilanteissa (pumppaamon takana oleva verkosto täyttyy ja tulvii). Hulevesien poisjohtamisen tarkastelu edellyttää tilanteesta riippuen LVI-, rakenne-, geo- ja pääsuunnittelijan välistä yhteistyötä.

Käytettävän sadevesiputken materiaalin ja liitostavan tulee olla sadevesiviemärointiin soveltuva. Sadevesiviemärinä käytetään yleensä muoviviemäriä esim. PVC – tai PP (SN8) muhviiliitoksia. Putkikoon mitoituksessa suositellaan huomioimaan tulevaisuudessa lisääntyvät sadevesimäärät.

Kaivot, jotka sisältävät huoltoa vaativia laitteita tulee suunnitella riittävän suurella kansistolla maanpinnalle saakka.

Sadevesikaivoina käytetään esimerkiksi sakkapesällisiä, teleskooppisella rutiläkansistolla varustettuja kaivoja. Tarkastuskaivoina käytetään esimerkiksi sakkapesällisiä tai virtauspohjallisia umpikannella varustettuja kaivoja. Puhdistamista voidaan helpottaa varustamalla kaivot huuhteluputkilla ja käyttämällä tarkastuskaivoina virtauspohjallisia kaivoja. Kaivojen kansien materiaali ja kantavuus on tärkeää huomioida kaivojen sijainnin mukaan.

Sadeveden keräämiseen voidaan käyttää myös esimerkiksi linjakouruja ja reunavesikaivoja. Sakkapesättömät kaivot suositellaan liittämään sadevesiverkostoon sakkapesällisen tarkastuskaivon kautta, jotta estetään roskien kulkeutuminen verkostoon.

Rakennuksen salaojat johdetaan yleensä padotusventtiilillä varustettuun perusvesikaivoon tai vesien ohjautuminen takaisin salaojaverkostoon estetään muilla keinoin. On suositeltavaa, ettei perusvesikaivoon johdeta salaojien lisäksi muita hulevesiä, jolloin pienennetään riskiä padotusventtiilin toimintahäiriöistä (roskaantumisesta johtuva jumiutuminen). Tarvittaessa salaojavedet voidaan ohjata perusvesipumppaamoon.

Kellarikerrokseen ulkokautta johtavan porrastilan sadevesien poisjohtaminen edellyttää lähtökohtaisesti kaivon sijoittamista alatasanteelle. Riskien minimoimiseksi on suunnittelussa tärkeää huomioida:

- Kaivon korkeusasema suhteessa viivytysjärjestelmän ylivuodon korkoon → kaivo toimii eikä tulvi viivytysjärjestelmän täyttyessä
- Kaivon toiminta tulvatilanteessa
- Kaivon korkeusasema suhteessa padotuskorkeuteen
- Kaivon jäätyminen estäminen (esim. sulanapito)
- Piha-alueen sadevesien tehokas ohjautuminen pois päin portaikosta ja portaikon varustaminen tarvittaessa katoksella
- Vesien ohjaus pumppaamoon, jos kaivon turvallisesta toiminnasta ei voida muilla keinoin varmistua

Hulevesien viivyttäminen

Vaatimukset huleveden käsittelylle tulevat asetuksesta ja lisäksi yleensä kaavamääräyksestä. Asetuksen mukaan ensisijainen ratkaisu hulevesien käsittelyyn on niiden imeyttäminen ja viivyttäminen kiinteistöllä, mikä toteutetaan tyypillisesti erillisellä viivytysrakenteella. Ensisijaisesti hulevedet pyritään käsittelemään tontilla ja imeyttämään ja vaihtoehtoisesti viivyttämään ennen purkamista verkostoon. Hulevesien viivytyksestä poikkeaminen voi olla perusteltua, jos kiinteistö liittyy julkiseen hulevesiverkkoon lähellä vesistöön laskevaa purkupaikkaa esimerkiksi meren läheisyydessä, tai viivytysrakenteen toteuttaminen tontin ahtaudesta johtuen ei ole mahdollista. Epäselvissä tapauksissa on suositeltavaa keskustella paikallisen viranomaisen kanssa mahdollisimman aikaisessa vaiheessa.

Viivytysjärjestelmän suunnittelussa on tärkeää huomioida:

- Hulevesien viivytys imeyttämällä edellyttää maaperän rakenteen soveltuvuutta imeytykseen. Imeytysrakenteen tulee olla riittävästi pohjavesitason yläpuolella, jotta imeytyminen on mahdollista. Hulevesien imeytysmahdollisuudet pystytään yleensä arvioimaan maaperätutkimuksen pohjalta.
- Sakkapesällinen tarkastuskaivo ennen viivytysjärjestelmää vähentää roskien kulkeutumista viivytysjärjestelmään
- Viivytysjärjestelmän huollettavuus ja puhdistettavuus voidaan huomioida tarkastuskaivoilla. Kiinteäksi osaksi viivytysrakennetta integroidut tarkastusyhteet ovat usein tarpeellisia asianmukaisen puhdistettavuuden takaamiseksi.
- Viivytysjärjestelmän rakenteen kestävyys ja materiaalin kantavuuden huomioiminen ajoalueilla etenkin, jos peitesyvyys on matala.
- Viivytysjärjestelmän asianmukainen ankkurointi, etenkin jos siihen kohdistuu pohjaveden aiheuttama noste

3.2 Sisäpuoliset vesi- ja viemärijärjestelmät

Vesi- ja viemärijärjestelmien suunnittelun keskeisiä tavoitteita ovat tasainen ja hallittu verkostopaine, toimintavarmuus, huollettavuus, äänitekninen toimivuus ja asennettavuus.

Suunnitteluratkaisuissa tulee noudattaa asetusta ja hyvää rakentamistapaa. Suunnittelijan tulee perehtyä Ympäristöministeriön asetukseen rakennusten vesi- ja viemärilaitteistoista ja sitä tukevaan vesi- ja viemärilaitteisto oppaaseen (www.talotekniikkainfo.fi).

3.2.1 Viemärijärjestelmät

Suunnittelussa on tärkeää huomioida, että kaikki viemäröintiä edellyttävät tilat ja laitteet varustetaan viemäröinnillä. Tilat tulee varustaa lattiakaivoilla vähintään asetuksen edellyttämässä laajuudessa.

Asetuksen mukaan lattiakaivolla varustettavia tiloja uudisrakentamisessa ovat:

- Suihkutilat ja kylpyhuone sekä saunan pesuhuone
- Pesutupa
- Lämmönjakuhuone
- Ilmanvaihtokonehuone
- Yleiseen käyttöön tarkoitettu WC-tila
- Tekniset tilat, jossa on vesivahingon mahdollisuus
- Autonpesupaikka
- Erityistilat, jotka puhdistetaan vesihuuhtelulla

Vesipisteiden lisäksi viemäröintiä edellyttävät tyypillisesti:

- Asuntojen astia- ja pyykinpesukoneet
- Yleisten tilojen pesukoneet, kuivausrummut ja ilmankuivaimet
- Asuntokohtaiset ilmanvaihtokoneet
- Keskitetyt ilmanvaihtokoneet ja niiden ulkoilmakammiot
- Jäähdytyslaitteet
- Vesimittaritilat

Viemärijärjestelmän toimintavarmuus ja huollettavuus

Viemäreillä tulee pyrkiä suoraviivaisiin ja yksinkertaisiin reittivalintoihin. Viemäripisteiden keskittämällä päällekkäisiin tiloihin voidaan lyhentää kytkentä- ja vaakakokoojaviemäreiden pituutta sekä vähennetään erillisten pystyviemäreiden tarvetta.

Asuntojen runkoviemärit suositellaan johtamaan WC-istuimelta suoraviivaista reittiä pystyviemäriin. Läheiset viemäripisteet voidaan liittää asunnon vaakarunkoon ennen liittymistä pystyviemäriin. Kauempana sijaitsevat viemäripisteet kuten erillinen WC-tila tai keittiö johdetaan usein omaan pystyviemäriin.

Kylmässä tilassa viemärit ja tuuletusviemärit lämpöeristetään. Ryömintätilaan asennettavat viemärit suojataan jäätymiseltä ensisijaisesti lämpöeristyksellä. Suunnitteluratkaisuissa on huomioitava, ettei viemäri saa jäätyä.

Kannakointimateriaalin tulee kestää ympäristön olosuhteita. Ryömintätilassa kannakkeiden syöpymisriski voidaan estää käyttämällä esimerkiksi HST-kannakkeita.

Viemärijärjestelmässä tulee olla riittävä määrä puhdistusyhteitä niin, että koko järjestelmän puhdistaminen on helposti toteutettavissa. Puhdistusyhteet suositellaan sijoittamaan asuntojen ulkopuolelle helposti saavutettaviin sijainteihin. Puhdistettavuus on tärkeää huomioida sekä pysty- että vaakaviemäreiden osalta.

Pystyviemäroinnit tuuletetaan vesikattorajan yläpuolelle. Viemärin tuuletusputkien asemoinnissa on tärkeää huomioida asetusten ja ohjeiden mukaiset etäisyysvaatimukset.

Viemäroinnin äänitasojen huomioiminen suunnittelussa

Pystyviemärin alapuolinen pohjakulma on yleensä suurin riskitekijä viemäriäänten kannalta. Pystysuoraan kerroksista tulevan kokoojaviemärin pohjakulma tehdään loivana ja betonoidaan, tai vaihtoehtoisesti voidaan käyttää tehdasvalmisteista ääntä vaimentavaa pohjakulmaa. Pystyviemäreiden pohjakulmien yläpuoliset hormit suositellaan sijoittamaan äänitasovaatimuksiltaan toisarvoisiin tiloihin (KPH, WC, vaatehuoneet ym.). Pohjakulman yläpuolisen pystyviemärin äänieristykseen on suositeltavaa kiinnittää huomiota erityisesti kahden yläpuolisen kerroksen osalta.

Pystyviemärit suositellaan sijoittamaan betoni- tai kivirakenteisiin hormoneihin, tai rakenteeltaan riittävästi ääntävaimentaviin kevythormeihin. Kevytrakenteisissa hormoneissa pystyviemärin riittävän äänieristyksen huomioiminen suositellaan tarkastelemaan yhteistyössä LVI-, rakenne- ja akustiikkasuunnittelijan kanssa.

Viemäreiden ääniteknisesti turvallinen kannakointitapa kevythormeissa edellyttää usein kannakkeiden kiinnittämistä suoraan tai välillisesti kiinni betonirakenteeseen (välipohjat, seinärakenne). Turvallinen kannakointitapa kevythormeissa varmistetaan yhteistyössä LVI-, rakenne- ja akustiikkasuunnittelijan kanssa.

Asuntojen kytkentä- ja vaakakokooja viemärit voidaan äänenvaimentamiseksi sijoittaa betonisen välipohjan sisään tai betonisen välipohjalaatan yläpuoliseen valuun tai rakenteeseen. Tällöin on tärkeää varmistaa, että viemärikaadoille on riittävästi tilaa.

Äänitasovaatimuksiltaan haastavien tilojen läpi kulkeville viemäreille tulee huomioida riittävä äänenvaimennus (esim. dB-viemäri + mineraalivilla). Äänieristeenä käytetyn materiaalin tulee olla rakenteeltaan riittävän tiheää, jotta sillä on ääntä vaimentava ominaisuus.

Lattiakaivot

Lattiakaivojen valinnassa on tärkeää huomioida tilan käyttötarkoitukseen ja lattiamateriaaliin sopiva kaivomalli. Asuintiloissa esimerkiksi muoviset lattiakaivot RST-kansin ja kehyksin. Asunnon kylpyhuoneen yhteydessä oleva sauna varustetaan tyypillisesti kuivalattiakaivolla tai vaihtoehtoisesti erikoisvesilukollisella lattiakaivolla.

Lattiakaivojen sijainneissa on tärkeää huomioida puhdistettavuus ja huollettavuus. Yleisissä tiloissa on tärkeää huomioida viemärointiä edellyttävien laitteiden sijainnit. Lattiakaivoina suositellaan käyttämään helposti puhdistettavia malleja

Yhteistiloissa kuten pyykinpesu- ja siivoustiloissa on usein tarpeellista käyttää hiekanerotus- tai pönttökaivo tyypisiä kaivoja. Pesutuvan pesukoneiden poistovedet johdetaan esimerkiksi koneen taakse tai viereen sijoitettavan vedenpoistoaltaan kautta lattiakaivoon (esim. pönttökaivo). Vedenpoistoallas varustetaan tyypillisesti nukkasihdillä. Kondensoivien kuivausrumpujen poistovedet voidaan johtaa esimerkiksi vedenpoistoaltaaseen tai suoraan lattiakaivoon. Lattiakaivon mitoituksessa on tärkeää huomioida riittävä virtauskapasiteetti koneiden poistovesivirtaamat huomioiden. Kuivaushuoneissa on tyypillisesti laitteita, jotka edellyttävät kondenssiveden johtamista lattiakaivoon.

Erikoisvesilukolla suositellaan varustamaan kaikki lattiakaivot, joiden vesilukko voi vähäisestä käytöstä johtuen kuivua. Tällaisia tiloja ovat tyypillisesti tekniset tilat ja sellaiset asuintilat, jossa lattiakaivoon ei aktiivisesti johdeta jätevesiä (esim. kodinhoituhuone pesukonevarauksella).

Asuntojen kylpyhuoneet varustetaan kahdella lattiakaivolla, jos asunnot suunnataan käyttäjäkunnalle, jolla on merkittävä riski aiheuttaa veden pääsyn estyminen lattiakaviolle.

Kylpyhuoneiden lattiakaivoina voidaan käyttää myös esimerkiksi linjakaivoja, jolloin lattiakaato voidaan toteuttaa yhdensuuntaisena. Esteettömyyden näkökulmasta tällä voidaan helpottaa apuvälineillä liikkumista tilassa.

Viemäriputkimateriaalit

Käytettävän viemäriputken materiaalin ja liitostavan tulee olla hyväksytty ja käyttöön soveltuva. Sisäpuoliset jätevesiviemärit tehdään yleensä pääosin muoviviemäriputkista esim. HTP muhviilitoksin. Asuntojen pystynousut sekä asuintilojen katossa kulkevat viemärit voidaan ääniteknisen toimivuuden parantamiseksi toteuttaa esimerkiksi dB-muoviviemärillä. Palo-osaston lävistävät viemäriputket tehdään yleensä palonkestävästä materiaalista (esim. GR tai RST) tai muoviviemäristä paloeristettynä, palokatkoja käyttäen tai palo-osastoivan rakenteen sisään sijoitettuna.

VSS-tilaan johtava viemäri tehdään sortumisenkestävästä materiaalista ja varustetaan sulkukaivolla. Viemärin materiaalin tulee soveltua maahan asennettavaksi ja täyttää lujuusvaatimukset (esim. maalattu GR tai HST). Putkilaadun muutos muoviviemäriin voi edellyttää pantaliitoksen käyttämistä, jolloin on tärkeää varmistaa liitostavan soveltuvuus.

Rakennuksen sisäpuolisessa hulevesiputkistossa on tärkeää huomioida tiiviys ja paineenkesto padotustilanteissa. Putkistona voidaan käyttää esimerkiksi hitsattua muovi- tai rst-putkea. Suurin paine kohdistuu verkoston alaosaan, joten vesikaton korkeudella vaakaviemäröinti voidaan yleensä toteuttaa esimerkiksi HTP-viemärillä muhviiliotksin. Paineenkestävyys on tärkeää huomioida myös pohjalaatan alapuolisissa hulevesiviemäreissä. Putkiston tiiviys varmistetaan lähtökohtaisesti vesipainekokeella.

3.2.2 Käyttövesijärjestelmät

Asetuksen mukaan lämminvesilaitteiston veden lämpötilan täytyy olla vähintään 55 °C, jotta sitä voidaan pitää riittävänä legionellabakteerin kasvun torjumiseksi. Lämmitysjärjestelmältä lähtevän veden lämpötila mitoitetaan esimerkiksi 58 °C, jotta 55 °C lämpötila saavutetaan verkoston kaikilla lämminvesipisteillä. Lämminvesilaitteistosta saatavan veden lämpötila ei saa asetuksen mukaan olla yli 65 °C.

Asetuksen mukaan kylmävesijohtojen veden lämpötila saa olla enintään 20 °C, jotta sitä voidaan pitää riittävänä mikrobikasvuston ehkäisemiseksi. Veden lämpötila ei saa vähintään kahdeksan tunnin käyttämättömän jakson jälkeen olla yli 24 °C. Yleensä lämpenemistä ehkäistään ensisijaisesti runkoputkien lämpöeristyksellä. Suunnittelussa tulee huomioida ulkoisten lämmönlähteiden vaikutus veden lämpenemiseen, kuten esimerkiksi lattialämmityksen vaikutus lattiarakenteessa kulkevaan kylmävesijohtoon.

Runkoputkistojen suunnittelussa suositellaan pyrkimään suoraviivaisiin ja yksinkertaisiin reittivalintoihin. Runkoputkiston mitoituksessa suositellaan huomioimaan mitoitusvirtaaman lisäksi vesipisteiden yhtäaikaisten käytön vaikutus. Runkoputkien koon vaikutus rakennuksen kokonaiskustannuksiin on vähäinen, mutta niiden vaikutus verkoston toimivuuteen ja muuntojoustavuuteen voi olla merkittävä.

Suunnitteluratkaisuilla tulee pyrkiä tasaiseen ja hallittuun verkostopaineeseen. Tämä voidaan suunnittelussa huomioida esimerkiksi seuraavin keinoin:

- Rakennuksen vesijohtoverkoston painetta alennetaan, jos vedenpaine jakojohdossa on yli 500 kPa
- Rakennuksen vesijohtoverkoston painetta korotetaan kokonaisuudessaan tai osittain, jos mitoituksen edellyttämiä virtaamia ei painetasosta johtuen saavuteta. Koko verkoston painetta korotettaessa on tärkeää tarkastella, ettei paine alimmissa kerroksissa kasva liian suureksi.
- Alimpien kerrosten korkeita painetasoja voidaan hallita asunto- tai runkokohtaisella paineenalennuksella. Rajatapauksissa on suositeltavaa huomioida putkistoihin vähintään riittävä asennustila paineenalennusventtiilin jälkiasennukselle.
- Paineen riittävyttä ylimmissä kerroksissa voidaan helpottaa käyttämällä vesikalusteita, jossa painehäviö on mahdollisimman matala.
- Putkikoolla voidaan vaikuttaa putkessa syntyvään painehäviöön ja näin paineen riittävyteen.

Lämpimän käyttöveden kierto

Asetuksen mukaan lämpimän veden odotusaika voi olla enintään 20 sekuntia, mutta suunnittelussa pyritään yleensä enintään 10 sekunnin odotusaikaan. Lämpimän käyttöveden kiertojohtoverkostolle huomioidaan linjasäätöventtiilit, jotta kierron virtaamat voidaan säätää sopivaksi verkoston kaikissa osissa. Kierron virtaaman mitoituksessa lämpöhäviönä voidaan käyttää yleensä esimerkiksi 5 – 10 w/m. Kupariputkea käytettäessä on tärkeää valita putkikoko niin, että kierron virtausnopeus on alle 0,5 m/s.

Lämpimän käyttöveden kierto voidaan toteuttaa kustannustehokkaasti kytkemällä kiertoputki lämminvesirungon loppupäähän ilman erillisiä asuntokohtaisia kiertovesikytkentöjä. Asuntojen sisäpuolella tulee pyrkiä suoraviivaisiin putkivetoihin ja maltillisiin putkipituuksiin. Tarvittaessa kierto haaroitetaan asuntokohtaisesti ja kytketään lämpimään käyttövesilinjaan ennen vesimittaria odotusajan lyhentämiseksi.

Linjasäätöventtiilit tulee mitoittaa niin, että virtaamat ovat selkeästi venttiilin säätöalueella. Suunnitelmissa tulisi esittää säätöventtiilien virtaamat, koot, kv- ja esisäätoarvot.

Vesikalusteet

Vesikalusteina tulee käyttää hyväksytyjä ja käyttöön soveltuvia tuotteita.

Hanat ja altaat valitaan tilojen käyttötarkoitukseen sopiviksi. Valinnoissa tulee huomioida kaikki tavanomaisen käytön edellyttämät ominaisuudet ja liitännämahdollisuudet (esim. apk-/ppk-liitännät ja bidee). Siivouskomeroiden, huoltohuoneiden ja teknisten tilojen altaina käytetään esimerkiksi RST-altaita ja hanoina esimerkiksi seinäkiinnitteisiä vipuhanoja, jotka varustetaan tarvittaessa letkuliitännällä.

Vedenkulutukseen voidaan vaikuttaa käyttämällä asunnoissa vettä säästäviä vesikalusteita, huolehtimalla vesikalustevirtaamien oikeinsäätämisestä ja välttämällä tarpeettoman suuria verkostopaineita.

Vedenkulutuksen mittarointi

Asuinkerrostalolla on tyypillisesti vähintään päävesimittari ja asuntokohtaiset vesimittarit. Vedenmittauksen laajuus määräytyy sen mukaan, miten eri osa-alueiden vedenmittaus on tarpeellista toteuttaa mm. laskutuksen tai seurannan osalta. Muita vedenmittaukseen liitettäviä tiloja voivat olla esimerkiksi saunaosasto ja talopesula.

Asuinhuoneet varustetaan etäluettavilla vesimittareilla mittalaitedirektiivien mukaisesti. Vesimittarijärjestelmänä voidaan käyttää langallista tai langatonta järjestelmää. Erityisesti langattoman vesimittarijärjestelmän suunnittelussa on suositeltavaa tehdä yhteistyötä vesimittaritoimittajan kanssa tarvittavan laitekokonaisuuden varmistamiseksi.

Asuntokohtaiset vesimittarit suositellaan liittämään rakennusautomaatiojärjestelmään, jolloin vedenkulutustietoja ja mahdollisia vuotoja voidaan havaita suoraan rakennusautomaatiojärjestelmän kautta

Kokonaisvedenkulutusta voidaan seurata helpommin liittämällä päävesimittari kiinteistön rakennusautomaatiojärjestelmään. Mittauksia voidaan toteuttaa myös erillisillä rakennusautomaatiojärjestelmään liitettävällä vesimittareilla (esim. veden kokonaiskulutus ja lämpimän käyttöveden kokonaiskulutus).

Vesiliitännäiset laitteet

Talopesulan pesukoneet ja muut mahdolliset vesiliitännäiset laitteet varustetaan yleensä erillisellä sulk- ja takaiskuventtiilillä. Vesi ei saa painevaihtelun seurauksena virrata laitteesta takaisinpäin vesijohtoverkostoon. Talopesulan pesukoneet edellyttävät mallista riippuen liitännät kylmälle- tai kylmälle ja lämpimälle vedelle. Pesukoneiden sulkuventtiilit tulee sijoittaa käyttäjäystävälliseen paikkaan (esim. asennuskorkeus 1500-1700mm lattiasta, ei sijoiteta koneiden tai kalusteiden taakse).

Asuntojen pyykin- ja astianpesukoneet on tyypillisesti varustettu sisäänrakennetulla magneettiventtiilillä, joka toimii takaiskun tavoin. Mikäli tästä ei voida varmistua, varustetaan pyykin- ja astianpesukoneen kytkentäjohdot tyhjöventtiilillä, joka sijoitetaan vähintään 300 mm koneen yläreunan yläpuolelle.

Takaiskuventtiilin tarve on tärkeää varmistaa aina, kun vesijohtoverkostoon liitetään erillisiä laitteita. Muita tyypillisiä takaiskuventtiilillä varustettavia laitteita ovat pikapalopostit ja ammattikäyttöön tarkoitetut astianpesukoneet.

Käyttövesilaitteiston toimintavarmuus ja huollettavuus

Vesijohtoverkoston suunnitellaan sulkuventtiilit niin, että verkosto ja siihen liitetyt laitteet voidaan helposti huoltaa ja vaihtaa. Esimerkiksi päärunkojen- ja pystyrunkojen alkupäähän, vaakarunkoihin kerroskohtaisesti ja asunnoissa vesimittareiden molemmin puolin. Vesikalusteet varustetaan kalustekohtaisilla suluilla. Vesiliitännäiset laitteet voidaan helposti huoltaa, vaihtaa tai poistaa käytöstä silloin kun ne on varustettu laitekohtaisilla sulkuventtiileillä.

Suunnittelussa on tärkeää huomioida, että vesijohdot ja niihin liitetyt laitteet voidaan tarkastaa, huoltaa ja vaihtaa, sekä mahdolliset vuotovedet voidaan helposti havaita:

- Riittävä asennus- ja huoltotila vesijohtoverkoston laitteille
- Sulkuventtiilit sijoitetaan niin, että verkosto ja sen laitteet voidaan helposti huoltaa ja vaihtaa
- Vesijohtorunkojen nousuhormit varustetaan kerroskohtaisilla vuodonilmaisilla
- Jakotukkikaapit varustetaan vuodonilmaisilla
- Vesijohdot ja niihin liittyvät laitteet sijoitetaan helposti avattavien rakenteiden taakse (alaslasketut katot, kotelot, kaappien peitelevyt ym.)
- Paineelliset vesiputket rakenteiden sisällä sijoitetaan suojaputkeen, eikä putkeen tehdä piiloon jääviä liitoksia
- KytKentä johdot suunnitellaan näkyville tai rakenteen sisällä suojaputkessa hanakulmarasioille. Pyritään johtamaan suojaputken alempi pää lattiakaivolliseen tilaan, jos se on mahdollista.
- Vesimittareille, jakotukeille ja venttiileille huomioidaan tarkastusluukut esim. 500mm x 500mm. Huollettavuutta voidaan parantaa huomioimalla tarkastusluukun koko niin, että se kattaa koko vesimittareiden ja jakotukkien alapuolisen alueen.
- Huoltotoimenpiteitä voidaan helpottaa keskittämällä huollettavia- ja tarkastettavia laitteita saman tarkastuspisteen taakse esimerkiksi kerroskäytävään

Käyttövesijärjestelmän putkimateriaalit ja eristykset

Käytettävien putkimateriaalien tulee olla hyväksyttyjä ja käyttöön soveltuvia. Runkoputkien materiaalina voidaan käyttää esimerkiksi kupari- tai komposiittiputkea. KytKentä johtojen materiaalina voidaan käyttää esimerkiksi kupari-, komposiitti- tai pex-muoviputkea. KytKentä johdot jakotukeilta hanakulmarasioille tehdään yleensä pex-muoviputkella suojaputkessa ja näkyvillä kulkevat kytKentä putket esteettisistä syistä esimerkiksi kromatulla kupariputkella.

Suunnittelijan tulee varmistaa vesilaitokselta veden sopivuus käytettäville putkimateriaaleille. Veden kalkkipitoisuus ja pehmeän veden alueet on yhdistetty kupariputkistojen ennen aikaiseen syöpymiseen.

Ohjeita eristysten mitoittamiseen ja eristysmateriaalien valintaan on löydettävissä esimerkiksi ohjekorteista LVI 50-10345 ja LVI 50-10344. Eristyspaksuuksien mitoituksissa on tärkeää huomioida ympäristön olosuhteet.

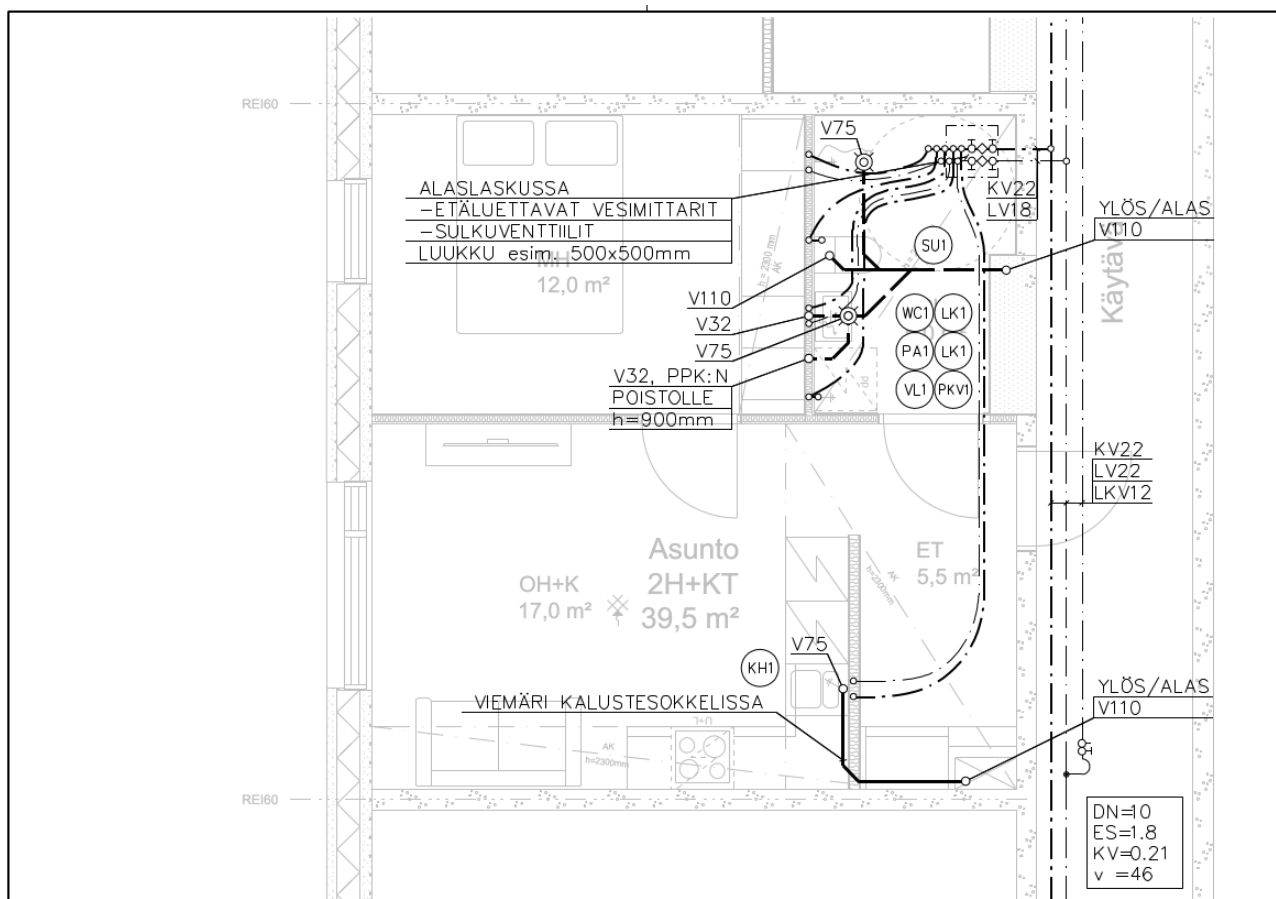
Suunnittelussa eristyspaksuudet voidaan yleisellä tasolla esittää esimerkiksi seuraavasti:

- Kylmävesiputket sarjan 22 mukaisesti

- Lämpimän käyttövesiputken ja kiertoputken eristys sarjan 22 mukaisesti, kun putken koko $\varnothing < 22\text{mm}$ ja sarjan 24 mukaisesti, kun putken koko $\varnothing > 22\text{mm}$
- Suojaputkessa tai näkyvillä kulkevia kytkentäputkia ei yleensä eristetä

3.2.3 Esimerkki asuinhuoneiston vesi- ja viemärisuunnitelmasta

- KPH:n viemärit kulkevat suoraviivaista reittiä pystyhormiin. Keittiön viemäriellä on oma pystyhormi.
- Märkätilan lattia on lävistetty vain tarpeellisilla viemäreillä
- Käyttövesirungot on haaroitettu käytävältä KPH:n alakattoon, jonne on sijoitettu myös asunnon vesimittarit ja jakotukit. Alakatto on varustettu huoltoluukulla.
- Käyttöveden kytkentäputket kulkevat yläjakoisena pex-putkella hanakulmarasioille
- Käyttöveden kierto liittyy lämpimään käyttövesirunkoon ennen käytävän viimeistä asuntoa



Kuva 1. Esimerkkisuunnitelma asuinhuoneiston vesi- ja viemärijärjestelmästä.

3.3 Lämmitys

Lämmitysjärjestelmän suunnittelun keskeisiä tavoitteita ovat tasainen, hallittu ja tarpeenmukainen lämpötila rakennuksen kaikissa osissa, sekä toimintavarmuus, huollettavuus ja asennettavuus. Lämmityksen runkoputkien suunnittelussa pyritään suoraviivaisiin ja selkeisiin reittivalintoihin.

Lämmitysjärjestelmä suunnitellaan niin, että tiloissa on riittävä sisälämpötila koko lämmityskauden ajan ja lämmitysjärjestelmä reagoi tilakohtaisesti syntyviin lämpökuormiin välttämällä yli- ja alilämmitystä. Lämmityskauden huonelämpötilan suunnitteluarvona tulee asetuksen mukaan käyttää 21 °C, josta voidaan kuitenkin poiketa tilan edellyttämän toiminnan tai erityisluonteen vuoksi. Tällaisia tiloja ovat esimerkiksi pesuhuoneet, kuivaushuoneet ja porrashuoneet. Huonelämpötila saa lämmityskaudella asetuksen mukaan vaihdella välillä 20 - 25 °C.

Tavoiteltu sisäilmaluokka vaikuttaa lämpötilan suunnitteluarvoihin ja sallittuun vaihteluväliin. Tämä tulee huomioida silloin, jos hankkeessa tavoitellaan tavanomaista S3 luokkaa parempaa sisäilmaluokkaa. Tarkemmat ohjearvot eri sisäilmaluokkien suunnitteluarvoille on löydettävissä esimerkiksi sisäilmaluokitus ohjekorteista.

- Esimerkkinä asuinkerrostalossa tyypillisesti käytetyt lämmityskauden suunnitteluarvot:
- Asuinhuoneet ja oleskelutilat 21 °C
- Kylpyhuoneet ja pesuhuoneet 22 °C
- Kuivaushuone 24 °C
- Porrashuone 17 °C
- Hissikuilu 17 °C
- Ulkovälinevarastot ja vastaavat tilat 18 °C

3.3.1 Lämmityksen tuotanto

Asuinkerrostalossa yleisimmät lämmöntuotantomuodot ovat kaukolämpö ja maalämpö.

Kaukolämpö

Kaukolämpöön liittyminen edellyttää, että rakennus sijaitsee kaukolämpöverkoston alueella.

Kaukolämmön suunnittelussa tulee huomioida rakennusten kaukolämmitystä koskevat määräykset ja ohjeet (K1). Tämän lisäksi suunnittelijan on tarpeellista perehtyä paikallisen kaukolämpötoimittajan ohjeisiin koskien laitteiston suunnittelua ja suunnitelmien hyväksytystä energialaitoksella.

Kaukolämmön etuna on tekniikan yksinkertaisuus, toimintavarmuus ja suhteellisen vähäinen tilantarve. Kaukolämpöjärjestelmän tilantarve syntyy lähinnä mittauskeskuksesta, siirrinpaketista ja paisuntalaitteista sekä niiden vaatimasta huoltotilasta. Rakennusten

kaukolämmitystä koskevien määräysten ja ohjeiden mukaan mittauskeskukselle tulee varata vapaata huoltotilaa sen eteen 800 mm ja sivuille 600 mm. Huoltotilan tulee olla vähintään 2000 mm korkea. Siirripaketin huoltoa tarvitseville sivuille jätetään vähintään 600 mm vapaata huoltotilaa.

Kaukolämmön lämmönsiirtimien lukumäärä mitoitetaan ensisijaisesti verkostojen lukumäärän perusteella esimerkiksi:

- LS 1 – käyttöveden lämmönsiirrin
- LS 2 – lattialämmityksen lämmönsiirrin
- LS 3 – patteriverkoston lämmönsiirrin
- LS4 – IV-verkoston lämmönsiirrin

Keskitetyn ilmanvaihdon IV-konehuoneen lämmityspatteri voidaan haaroittaa IV-verkostosta, jolloin yksittäinen patteri liittyy konehuoneessa valmiiksi olevaan lämpörunkoon ja välttyään turhilta putkivedoilta.

Maalämpö

Maalämpöjärjestelmä soveltuu hyvin energiatehokkaaseen lämmöntuotantoon. Kokonaistaloudellisuus ja elinkaari tehokkuus ohjaavat siihen, että maalämpöjärjestelmä on yleensä kannattavinta mitoittaa osatehoisena, jolloin se kattaa esimerkiksi 60 – 80 % lämmitystehontarpeesta ja 90 – 95 % koko vuoden lämmitysenergian tarpeesta.

Tärkeintä maalämpöjärjestelmän mitoituksessa on ymmärtää hankkeelle asetetut energiatehokkuutta koskevat tavoitteet, investointien vaikutukset takaisinmaksu-aikaan ja tontin mahdollisuudet maalämpökentän toteuttamiselle.

Tontin koko voi asettaa rajoitteita maalämpökaivojen lukumäärälle, mikä taas rajoittaa maalämpökentästä saatavaa tehoa. Kaivokentän riittämätöntä kokoa voidaan kompensoida syvemmillä maalämpökaivoilla, mutta tämän vaikutus investointikustannuksiin kannattaa huomioida.

Maalämpöjärjestelmän alimitoitus johtaa siihen, että lämmitykseen joudutaan käyttämään merkittävästi sähkötehoa ja -energiaa, mikä heikentää maalämpöjärjestelmän energiatehokkuutta. Alimitoitettu kaivokenttä voi kiihdyttää kaivokentän jäähtymistä ja johtaa ennenaikaiseen hyötysuhteen heikkenemiseen ja kaivokentän elinkaaren lyhentymiseen. Maalämpöjärjestelmän tarpeettoman suuri ylimitoitus lisää laitteiston ja maalämpökentän investointikustannuksia, mikä pidentää järjestelmän takaisinmaksuaikaa ja näin heikentää kannattavuutta. Yli- ja alimitoituksen välttämiseksi voidaan kaivokentälle suorittaa testikaivo, TR-mittaus (Thermal Response) ja kaivokentän simulointi, mikä on suositeltavaa, kun kaivokentän koko kasvaa suureksi (esim. yli 10 porakaivoa).

Kaivokenttä tulee mitoittaa niin, ettei se lähde ennenaikaisesti viilenemään ja tätä kautta energiatehokkuus heikentymään. Maaperän viilentymisen riski on otettava huomioon myös rakennusten perustusten suunnittelussa.

Maalämpölaitteisto varaajineen tarvitsee selvästi enemmän laitetilaa, kuin esimerkiksi kaukolämpö. Rakennuksen tekniseen tilaan on tärkeää varata riittävästi tilaa, jotta laitteille on riittävästi asennus- ja huoltotilaa. Laitekokonaisuuden tilatarpeet kannattaa selvittää mahdollisimman aikaisessa vaiheessa.

Maalämpöpumppujen melu- ja värinävimennus tulee huomioida niin, ettei viereisiin ja yläpuolisiin asuntoihin kohdistu asumisviihtyvyyttä heikentävää ja terveydelle haitallista melua. Myös järjestelmään sisältyvät suuret pumput, kuten esimerkiksi erillinen liuospiirin kiertovesipumppu tulee huomioida. Suunnittelu edellyttää yhteistyötä LVI-, rakenne- ja akustiikkasuunnittelijan välillä.

Ilma-vesilämpöpumppu

Ilma-vesilämpöpumppu on on asuinkerrostalon lämmitysmuotona selkeästi harvinaisempi, kuin kaukolämpö ja maalämpö. Ilma-vesilämpöpumppu voi olla hyvä vaihtoehto esimerkiksi silloin, kun kaukolämpöverkostoa ei ole saatavilla ja tontti ei sovellu maalämmön rakentamiseen.

Laitteiston mitoitus- ja valintaperusteet noudattavat samaa periaatetta kuin maalämmössä. Järjestelmän toiminta on eroaa maalämmöstä siinä määrin, että lämpöä ei kerätä maasta vaan ilmasta. Alhainen ulkoilman lämpötila hankaloittaa lämmönsaantia ulkoilmasta, minkä vuoksi kovalla pakkasella järjestelmän hyötysuhde heikkenee merkittävästi. Järjestelmä voi tarvita hetkittäin suuria sähkötehoja, joten järjestelmän sähkötehontarpeesta on suositeltavaa keskustella sähkösuunnittelijan kanssa mahdollisimman aikaisessa vaiheessa.

Ilma-vesilämpöpumpun ulkoyksiköiden äänitekniinen hallinta ja estetiikka voivat aiheuttaa haasteita. Julkisivuun sijoitettavat laitteet voivat edellyttää esimerkiksi oman katoksen verhoiluineen, jolloin arkkitehtisuunnittelulla on suuri merkitys laitteiden sijainnin suunnittelussa. Ulkoyksiköiden toiminta ja huollettavuus tulee säilyä rakenteista huolimatta.

Ilma-vesilämpöpumppua voidaan tarkastella elinkaaritalouden näkökulmasta vertaamalla investoinnin ja käytön aikana syntyviä kustannuksia esimerkiksi suhteessa maalämpöön.

3.3.2 Lämmönjako

Asuinkerrostalossa yleisimmät lämmönjakomuodot ovat vesikiertoinen lattialämmitys ja patterilämmitys.

Vesikiertoinen lattialämmitys

Vesikiertoinen lattialämmitys:

- + Näkymätön asennus
- + Helpottaa kalustamista erityisesti ahtaissa tiloissa
- + Matala menoveden lämpötila → soveltuu hyvin matalalämpöjärjestelmään kuten maalämpöön
- + Runkolinjat keskitetyssä paikassa
 - Hidas reagointi lämmönsäätöön
 - Ei optimaalinen tiloihin, jossa kiinnitykset edellyttävät lattiaan poraamista

Lattialämmityksen jakotukit voidaan sijoittaa esimerkiksi jakotukkikaappeihin asuntokohtaisesti tai porraskäytävälle. Jakotukkien sijoittaminen porraskäytävään helpottaa säätö- ja huoltotoimenpiteitä ja mahdollistaa useamman asunnon keskittämisen samalle jakotukille etenkin, jos kerroksessa on useita pieniä asuntoja.

Asunnoissa jakotukkikaapit asemoidaan tyypillisesti upotettuna väliseinään tai kaapistojen sisään. Jakotukit voidaan sijoittaa myös esimerkiksi lattiakeskuksiin tai alakattoon. Jakotukkien asemoinnissa on tärkeää huomioida, että ne ovat huollettavissa ja säädettävissä ja mahdolliset vuotovedet voidaan ohjata näkyville. Tehdasvalmisteisissa jakotukkikaapeissa ja lattiakeskuksissa on usein valmius vuodonilmaisulle. Vuodonilmaisun periaatteet esimerkiksi detaljin muodossa on suositeltavaa esittää suunnitelmissa.

Lattialämmityksen osalta suunnitelmissa esitetään mm:

- Tilakohtaiset lämpötehotarpeet
- Jakotukkikohtaiset virtaamat
- Säätöventtiilien virtaamat, koot, kv- ja esisäätöarvot
- Termostaattien sijainnit
- Jakotukkien vuodonilmaisun periaatteet

Lattialämmityspiirien suunnitelmat toteuttaa tyypillisesti lattialämmitystoimittaja, mutta ne voidaan laatia myös LVI-suunnittelijan toimesta. Yleinen toimintapa on, että LVI-suunnittelija tarkastaa lattialämmitystoimittajan laatimat suunnitelmat ja tasapainottaa koko lämmitysjärjestelmän.

Märkätilat voidaan kuivumisen tehostamiseksi toteuttaa ympärivuotisella lattialämmityksellä. Tämä voidaan toteuttaa esimerkiksi omilla jakotukeilla ja erillisellä lämmönsäätöpiirillä, eikä

tiloja siten liitetä muita tiloja palveleviin jakotukkeihin. Vaihtoehtoisesti tilat voidaan varustaa sähkökaapeleilla vesikiertoisien lämmityksen lisäksi tai märkätilat voidaan lämmittää kokonaan sähköllä. Sähkölämmityksen vaikutus E-lukuun voidaan huomioida taulukkoarvon perusteella tai laatimalla tarkemmin todellisuutta vastaava simulointi, jolloin vaikutus E-lukuun on yleensä vähäisempi.

Mikäli asuntojen sähkölämmitteisiä märkätiloja asemoituu ulkoseinää vasten tulee varmistaa, että lämmitys on lämmityskaudella päällä, eikä sitä ohjata pois käytöstä asukkaan toimesta. Tämä voidaan ratkaista esimerkiksi vesikiertoisella lämmityksellä tai kytkemällä lämmitys kiinteistösähköön. **Jos lämmitys on asukkaan säädettävissä tulee asukkaalle laatia selkeä ohjeistus lämmönsäädöstä.**

Lattiaviilennyksessä märkätilat erotetaan muiden tilojen lämmityksestä esimerkiksi omalla lämmitysverkostolla ja jakotukeilla. Märkätilat voidaan erottaa lattiaviilennyksestä myös toteuttamalla märkätilojen lämmitys sähköllä.

Vesikiertoinen patterilämmitys

Patterilämmitys:

- Nopea reagointi lämmön säätöön
- Helppo muunneltavuus
- Näkyvä asennus → vaatii tilaa seiniltä
- Ei lämmitä tilaa yhtä tasaisesti kuin lattialämmitys, ei lämmitä lattiapintoja
- Yleensä korkeampi menoveden lämpötila, matalalämpöisenä huomioitava suuremmat putket ja patterit
- Runkolinjat ulkoseinillä pattereiden sijoittelun mukaan

Patterilämmityksessä lämmönluovuttimina toimivat tyypillisesti radiaattorit ja konvektorit. Patterit pyritään sijoittamaan ulkoseinillä ikkunoiden eteen, missä lämpöhäviö on suurinta. Tällä tavoin ehkäistään myös kylmää hohkaavan ikkunan aiheuttamaa vedon tunnetta. Pattereiden pituuden mitoituksessa pyritään mukailemaan ikkunan leveyttä. Konvektoreissa yhdistyvät matala rakenne ja tehokas lämmöntuottokyky, joten ne soveltuvat hyvin esimerkiksi korkeiden ikkunoiden eteen, jossa radiaattorille ei ole välttämättä tarpeeksi tilaa.

Asuntojen läpi pystysuunnassa kulkeviin lämpölinjoihin kytetään vain samaan asuntoon kuuluvia pattereita. Verkoston ilmauksen kannalta on optimaalista, että lämmitysverkosto on alhaalta ylöspäin nouseva niin, että ilma nousee luontaisesti ja esteettä verkoston ylimpiin osiin.

Porrashuoneen lämmitystehontarve on yleensä suurinta ensimmäisen kerroksen sisäänkäyntien ja suurten ikkunoiden läheisyydessä. Suurin lämmitysteho suunnataan tyypillisesti porrashuoneen ensimmäiseen kerrokseen, jolloin lämpö nousee avoimen portaikon kautta ylempiin porraskäytäviin.

Patterit varustetaan termostaattisilla patteriventtiileillä.

Liian pienelle säädetty patteriventtiilin esisäätö johtaa helposti venttiilin tukkeutumiseen, joten on suositeltavaa mitoittaa esisäätö siten, ettei se ole minimisäätöasennossa.

- Patterilämmityksen osalta suunnitelmissa esitetään mm:
- Pattereiden koko ja malli
- Patteriventtiileiden koot ja esisäätöarvot
- Säästöventtiilien virtaamat, koot, kv- ja esisäätöarvot

3.3.3 Lämmitysverkostot

Lämmitysverkoston mitoituslämpötilat

Menoveden matala mitoituslämpötila mahdollistaa energiatehokkaan lämmityksen etenkin silloin, kun lämpö tuotetaan lämpöpumpputekniikalla, kuten esimerkiksi maalämmöllä. Tämä johtuu siitä, että lämpöpumput toimivat matalalämpöjärjestelmässä paremman hyötysuhteen alueella. Tämän vuoksi esimerkiksi lattialämmitys soveltuu erinomaisesti yhdistettäväksi maalämpöön.

Menoveden matala lämpötila edellyttää suurempia vesivirtaamia, joten patterilämmityksessä runkoputkistojen ja pattereiden koko kasvaa. Suurempi putkien ja pattereiden koko nostaa osaltaan investointikustannuksia ja suuret patterit voivat olla haasteellisia niiden asemoinnin kannalta. Tämän vuoksi esimerkiksi maalämpöjärjestelmässä patteriverkoston mitoituslämpötilaksi määritetään tyypillisesti 50 – 30 °C, jolloin järjestelmä pysyy vielä virtaamien osalta kohtuullisena ja lämpö voidaan tuottaa energiatehokkaasti.

Asuinkerrostalossa eri lämmönjakomuotojen yhdistäminen on hyvin yleistä, jolloin myös verkostojen toimintalämpötilat poikkeavat toisistaan (esim. asunnot lattialämmityksellä ja yleiset tilat patterilämmityksellä).

Matalalämpöjärjestelmästä saadaan energiatehokkuuden näkökulmasta suurin hyöty silloin, kun lämpö tuotetaan lämpöpumpputekniikalla kuten maalämpö- tai ilma-vesi-lämpöpumpulla.

Verkoston toimintalämpötilat esimerkkinä:

Esimerkki 1. Kaukolämpö

	Toisio °C
Lämmin käyttövesi	10/58
Lattialämmitys	30/35
Radiaattorit	30/45 tai 30/60
Ilmanvaihto	30/60

Esimerkki 2. Lämpöpumput

	Toisio °C
Lämmin käyttövesi	10/58
Lattialämmitys	30/35
Radiaattorit	30/50
Ilmanvaihto	30/50

Lämmitysjärjestelmän säätö- ja sulkuventtiilit

Lämmitysverkostot tulee varustaa riittävällä määrällä linjasäätö- ja sulkuventtiileitä siten, että järjestelmän eri osa-alueet voidaan säätää tasapainoon ja sulkea huolto- tai korjaustoimenpiteitä varten. Esimerkiksi päärunkolinjojen alkuun, kerroskohtaisiin runkolinjoihin, pattereiden pystyrunkolinjojen alkuun ja lattialämmityksen jakotukeille. Helpon säädettävyyden näkökulmasta järjestelmä tulee pyrkiä suunnittelemaan niin, että virtaamat jakautuvat runkolinjoissa tasaisesti ja järjestelmä on luontaisesti mahdollisimman tasapainoinen. Linjasäätöventtiilit tulee mitoittaa niin, että virtaamat ovat selkeästi venttiilin säätöalueella. Linjasäätöventtiilin ylimitoitus ei tämän vuoksi ole suositeltavaa.

Suunnitelmissa tulee esittää säätöventtiilien virtaamat, koot, kv- ja esisäätoarvot.

Lämmitysputkimateriaalit ja eristykset

Käytettävien putkimateriaalien tulee olla hyväksyttyjä ja käyttöön soveltuvia.

Lämmityksessä tyypillisesti käytetyt materiaalit:

- Teräsputki kierre- ja hitsausliitoksin
- Komposiittiputki puristusliitoksin
- Sinkitty teräsputki puristusliitoksin

Yli DN50 lämpöputket tehdään usein hitsattavalla teräsputkella.

Perinteistä teräsputkea ja komposiittiputkea voidaan pitää hyväksi havaittuna materiaalina asuinkerrostalon lämmitysputkeksi. Komposiittiputken osalta on tärkeää huomioida palo-osastointia koskevat vaatimukset esimerkiksi poistumisteillä, koska se muoviputken tavoin on palokuormaa lisäävä materiaali.

Sinkitty teräsputki on ohuen seinämärakenteen vuoksi herkkä korroosiolle, joten sen suojaaminen betonikosketukselta on tärkeää. **Mikäli lämmitysverkoston materiaalina käytetään sinkittyä terästä on suositeltavaa esittää suunnitelmaan periaatteet putken suojauksesta kerrostenvälisistä läpivientikohdissa.** Läpivienneissä voidaan käyttää esimerkiksi valmiita läpivientiosia ja putket voidaan lisäksi suojata teippaamalla, jotta lattiavalun aikana betoni ei pääse kosketuksiin putken kanssa. Sinkityn teräsputken haasteena asuinkerrostalossa on se, että lävistettäviä betonirakenteita on usein paljon.

Ohjeita eristysten mitoittamiseen ja eristysmateriaalien valintaan on löydettävissä ohjekorteista LVI 50-10345 ja LVI 50-10344. Eristyspaksuuksien mitoituksissa on tärkeää huomioida ympäristön olosuhteet.

Suunnittelussa eristyspaksuudet voidaan yleisellä tasolla esittää esimerkiksi seuraavasti;

- Lämmitysputkien eristys sarjan 22 mukaisesti, kun putken koko $\varnothing < 22\text{mm}$
- Lämmitysputkien eristys sarjan 24 mukaisesti, kun putken koko $\varnothing > 22\text{mm}$

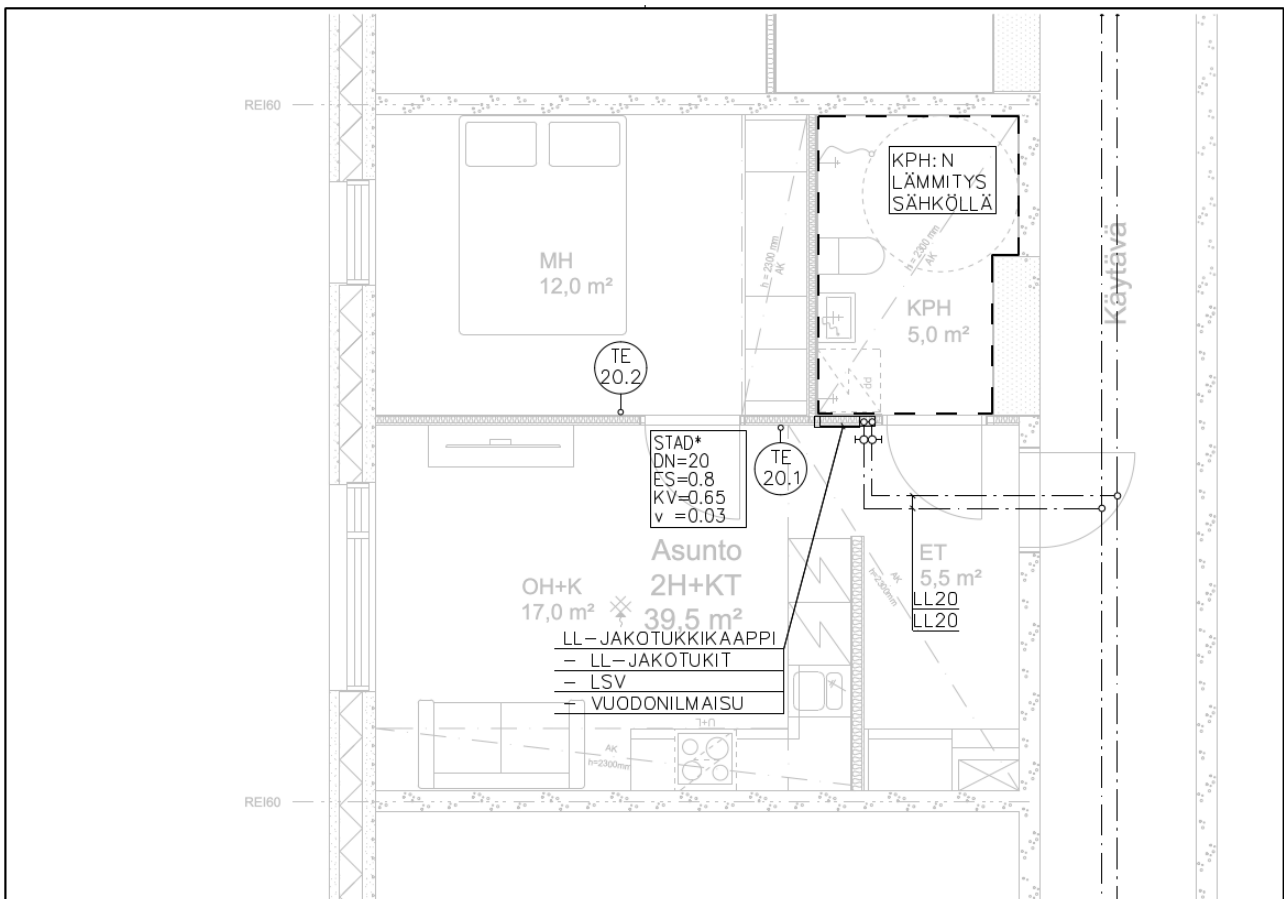
Yleensä lämpöeristämättä voidaan jättää;

- Asuntojen läpi pystysuunnassa kulkevat pattereiden lämpölinjat
- Pattereiden kytkentäputket

3.3.4 Esimerkki asuinhuoneiston lämmityssuunnitelmasta

Esimerkki asuinhuoneiston lämpösuunnitelmasta vesikiertoisella lattialämmityksellä

- o Asuinhuoneiston lämmitys on suunniteltu vesikiertoisella lattialämmityksellä. KPH:n lämmitys on suunniteltu sähköisellä lattialämmityksellä.
- o Lattialämmityksen jakotukkikaappi on sijoitettu KPH:n vastaiselle seinälle uppoasennuksena
- o Jakotukkikaappi on varustettu vuodonilmaisulla
- o Jakotukien syöttöputket on haaroitettu käytävällä kulkevasta runkoputkistosta
- o Lattialämmityksen huonetermostaatit on sijoitettu olokeittiön ja makuuhuoneen seinille
- o Suunnitelmassa on esitetty linjasäätöventtiilin tyyppi, koko, esisäätö- ja kv-arvo, sekä virtaama
- o Lattialämmitystoimittaja laatii suunnitelmat lattialämmityspiireistä, minkä jälkeen LVI-suunnittelija tarkastaa lattialämmitys suunnitelmat ja tasapainottaa järjestelmän lopullisten painehäviöiden ja virtaamien perusteella



Kuva 2. Esimerkkisuunnitelma asuinhuoneiston lämpösuunnitelmasta lattialämmityksellä

3.4 Jäähdytys- ja viilennys

Maankäyttö ja rakennuslain mukaan rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että rakennus käyttötarkoituksen ja ympäristöstä aiheutuvien olosuhteiden edellyttämällä tavalla suunnitellaan ja rakennetaan siten, että se on terveellinen ja turvallinen rakennuksen sisäilma ja lämpöolosuhteet huomioon ottaen.

Hankkeille tulee laatia energiatehokkuusasetuksen edellyttämä kesäajan huonelämpötilan tarkastelu. Jäähdytetyille rakennuksille laskenta tulee tehdä dynaamisella laskentamenetelmällä. Dynaamista laskentamenetelmää suositellaan käytettäväksi myös jäähdyttämättömille rakennuksille.

Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta edellyttää, ettei kesäajan huonelämpötila saa asuinkerrostalossa ylittää jäähdytysrajan arvoa 27°C enemmän kuin 150 astetuntia kesäkuun 1. päivän ja elokuun 31. ensimmäisen päivän välisenä aikana suunnitteluratkaisun mukaista ilmavirtaa käyttäen. Kesäajan huonelämpötilan vaatimustenmukaisuus tulee osoittaa eri tilatyypin lämpötilalaskennalla, jossa on käytettävä suunnitteluratkaisun mukaista ilmavirtaa.

Rakennuksen lämpökuormaa tulisi ensisijaisesti vähentää passiivisin keinoin ja jäljelle jäävä lämpökuorma hoitaa tarvittaessa jäähdyttämällä. Passiivisia keinoja rakennuksen lämpökuorman vähentämiselle ovat esimerkiksi:

- Ikkunoiden suuntaukset ja ikkunalasien ominaisuudet (g-arvo)
- Ikkunoiden varustaminen aurinkosäteilyä estävillä kalvoilla
- Ikkunoiden maltilliset koot
- Ikkunoiden kaihtimet ja varjostaminen esimerkiksi säleiköillä tai lipoilla
- Kasvillisuus, erityisesti lehtipuut jotka varjostavat kesällä mutta päästävät talvella auringonsäteilyn lävitseen
- Keskitetyn ilmanvaihdon ulkoilmalaitteen sijoittaminen viileämmän ilmansuunnan mukaan

Asuinhuoneistojen jäähdytyksellä tarkoitetaan sellaista järjestelmää, jolla asunnon- tai sen oleskelutilan sisälämpötila saadaan pidettyä haluttuna lähes kaikissa olosuhteissa. Jäähdytysratkaisuja asuinkerrostalossa ovat tyypillisesti:

- Ilmalämpöpumput
- Puhallinkonvektorit
- Jäähdytetty tuloilma yhdistettynä edellä mainittuihin

Asuinhuoneistojen viilennyksellä tarkoitetaan sellaista järjestelmää, jolla asunnon sisälämpötilan nousua pyritään rajoittamaan viilentämällä. Viilennyksellä sisälämpötilan nousua ei pystytä rajoittamaan yhtä tehokkaasti kuin jäähdytyksellä, mutta sillä voidaan kuitenkin parantaa asumismukavuutta ja saavuttaa kustannustehokkaasti parempi sisälämpötilojen hallinta. Viilennysratkaisuja asuinkerrostalossa ovat tyypillisesti:

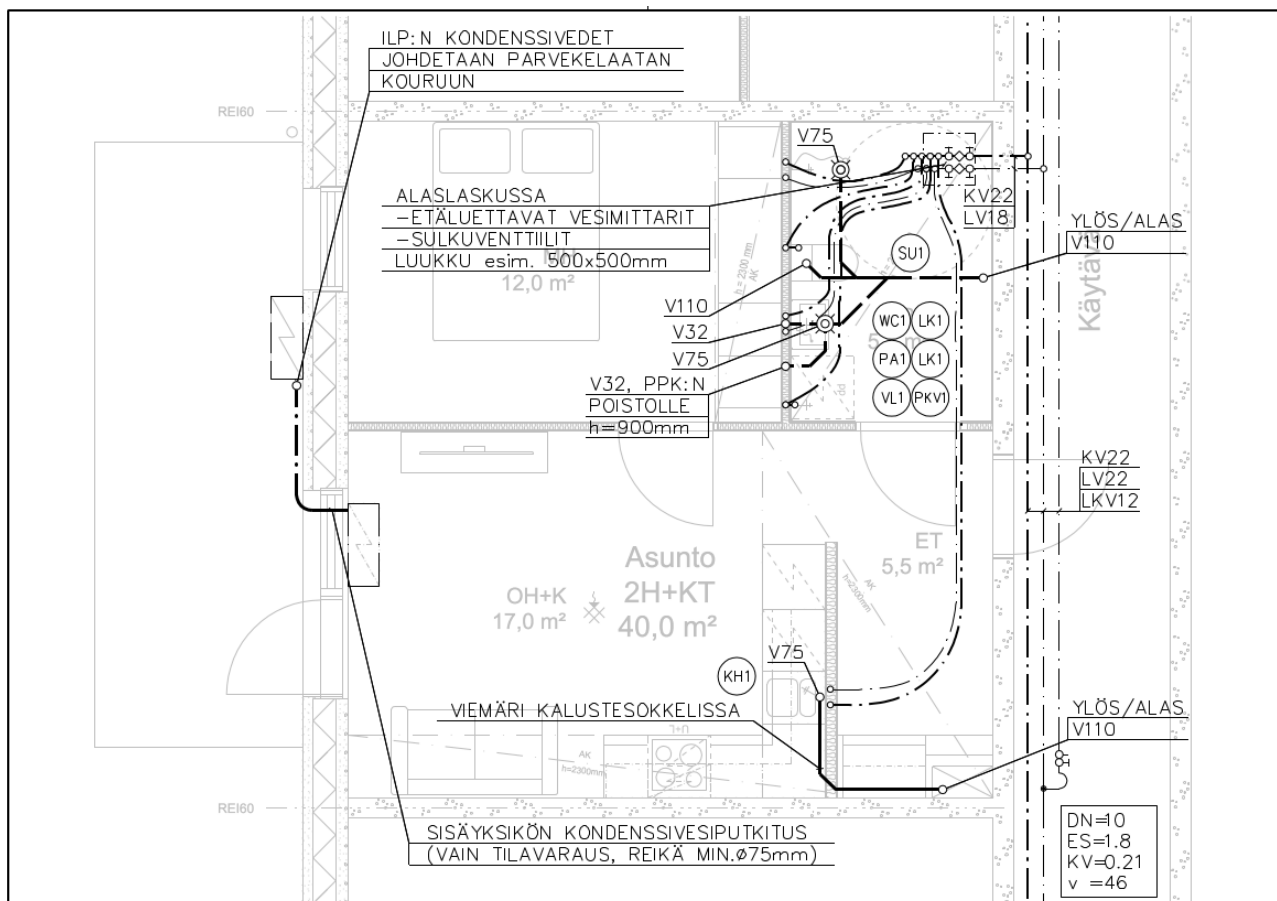
- Jäähdytetty tuloilma
- Lattiaviilennys
- Lattiaviilennys yhdistettynä jäähdytettyyn tuloilmaan

Asuinrakennukset suositellaan lähtökohtaisesti varustamaan jäähdytyksellä tai viilennyksellä. Vähimmäissuosituksena rakennukseen tulisi huomioida valmiudet helposti käyttöön otettavalle jäähdytys- tai viilennysjärjestelmälle. Jäähdytyksen/viilennyksen toteuttaminen on myöhemmin huomattavasti helpompaa ja kustannustehokkaampaa, kun valmiudet siihen on huomioitu jo rakentamisvaiheessa. Vaihtoehtoisesti rakennus voidaan suunnitella ja toteuttaa niin, että se täyttää energiatehokkuus- ja kesäajan sisälämpötilavaatimukset nykyisiä mitoituslämpötiloja korkeammilla arvoilla (ns. tulevaisuuden sääolosuhteet). Paikallinen rakennusvalvonta voi edellyttää kesäajan lämpötilan suunnittelussa varautumista ilmaston lämpenemiseen, mikä edellyttää tyypillisesti valmiutta jäähdytykselle tai viilennykselle.

Rakennuksen valmiudella jäähdytykseen/viilennykseen tarkoitetaan esimerkiksi:

- Tilavaraukset jäähdytyslaitteille teknisiin tiloihin, katolle ja asuntoihin
- Varaukset ilmalämpöpumppujen sisä- ja ulkoyksiköiden sijainneille ja kylmäaineputkille
- Varaukset Ilmanvaihtokoneen viilennyspatterille + tuloilmakanavien kondenssieristys
- Varaukset jäähdytyslaitteiden sähköistyksille
- Varaukset jäähdytyslaitteiden kondenssiviemäröinneille
- Varaukset rakennusautomaatioon

Ratkaisut valmiudelle huomioidaan sen mukaan, millaiseen jäähdytys- tai viilennysratkaisuun rakennuksessa varaudutaan. Valitulle ratkaisulle huomioidaan riittävät tilavaraukset (asennus ja huollettavuus), tekniikan reittivaraukset, sähköistys- ja viemäri-varaukset sekä rakentamisvaiheessa tehtävät asennukset, jotka mahdollistavat myöhemmän käyttöönoton.



Kuva 4. Esimerkkisuunnitelmassa jäähdytysvalmius ILP-varauksena.

3.4.1 Jäähdytyksen tuotanto

Jäähdytyksen tuotantojärjestelmäksi tulee hankkeen asettamien reunaehtojen puitteissa valita ratkaisu, jossa yhdistyvät energia- ja elinkaaritehokkuus sekä kohtuuhintaisuus.

Jäähdytyksen tuotantoratkaisu suositellaan valitsemaan mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, jolloin järjestelmien vaatimat tilatarpeet ja kustannusvertailut voidaan huomioida ajoissa.

Jäähdytys maalämpöjärjestelmällä

Jäähdytyksen tuotanto maalämpöjärjestelmällä on suositeltavaa silloin, kun rakennus lämmitetään maalämmöllä. Jäähdytyksen tuotanto ei yleensä edellytetä tekniikalta suuria tilatarpeita maalämpölaitteiston lisäksi. Liuospiiri erotetaan vesikiertoisesta jäähdytysverkostosta tyypillisesti kylmäsiirtimen kautta.

Jäähdytyksen tuotantoon suositellaan hyödyntämään vapaajäähdytystä, jolloin vältetään kompressorin käytöltä. Vapaa jäähdytys on edullista ja ympäristöystävällistä sekä pidentää kompressorin elinkaarta. Maalämpöpumpun kompressorin voidaan tarvittaessa käyttää aktiivijäähdytykseen, jos vapaa jäähdytyksen teho ei ole riittävä.

Kaivokentästä saatava jäähdytysteho tyypillisesti heikkenee jonkin verran loppukesää kohden, koska lämmennyt liuos palaa takaisin kaivoihin lämmittäen kaivokenttää. Tämä parantaa lämpökentän toimivuutta ja hyötysuhdetta lämmityskaudella.

Kaukojäähdytys

Kaukojäähdytys soveltuu hyvin jäähdytyksen tuotantoon esimerkiksi silloin kun maalämpöjärjestelmän rakentaminen ei ole tontista johtuen kannattavaa ja alueella on mahdollisuus liittyä kaukolämpö- ja kaukojäähdytysverkkoon. Vaihtoehtoisesti jäähdytykseen voidaan käyttää kaukolämpöverkkoon kytkettävää CHC-lämpöpumppua. Kaukojäähdytys on edellä mainituista yleensä ensisijainen ratkaisu silloin, kun rakennus sijaitsee kaukojäähdytysverkoston alueella. Kaukojäähdytyslaitteiston etuna on yksinkertainen tekniikka ja kestävyys sekä suhteellisen pieni tilantarve. Tilantarve kasvaa, jos jäähdytykseen käytetään CHC-lämpöpumppua.

Vedenjäähdytyskone

Vedenjäähdytyskone soveltuu jäähdytysentuotantoon esimerkiksi silloin kun rakennusta ei ole mahdollista toteuttaa maalämmöllä tai liittää kaukojäähdytykseen. Vedenjäähdytyskone soveltuu hyvin suuren jäähdytystehon tuotantoon.

Erillinen vedenjäähdytyskone voidaan varustaa vapaajäähdytys siirtimellä, jolloin jäähdytystä voidaan tuottaa ilman kompressoria ulkoilman ollessa riittävän viileää. Vapaajäähdytyksen hyödyntäminen kohdistuu tyypillisesti kevääseen ja syksyyn.

Vedenjäähdytyskone edellyttää tilatarpeiden huomioinnin katolle sijoitettavalle ulkoyksikölle ja tekniseen tilaan sijoitettavalle laitteistolle (esim. jäähdytyskone, lämmönsiirrin ja tasaussäiliö)

Vesi-ilmalämpöpumppu

Vesi-ilmalämpöpumppua on mahdollista hyödyntää jäähdytyksen tuotantoon silloin kun se toimii rakennuksen lämmitysmuotona. Jäähdytystä voidaan tuottaa aktiivijäähdytyksenä lämpöpumpun kompressorin avulla.

3.4.2 Jäähdytys- ja viilennysratkaisut

Suunnittelun tueksi keskeisiä huomioitavia asioita ja suuntaa-antavia jäähdytystehoja eri ratkaisuille.

Lattiaviilennys

- Lattiasta saatava jäähdytysteho on maksimissaan n. 20 – 40 W/m², mutta suoraan auringon lämmittämässä lattiapinnoissa tehontarve voi alueellisesti olla jopa 100 W/m²
- Jäähdytystehoa rajoittaa tunne lattian kylmyydestä ja veden kondensoitumisriski lattiassa kulkevan putken pinnalle. Ihmisitä noin 90% pitää lattiapinnan lämpötilaa miellyttävänä sen ollessa +20 – 27 °C.
- Huoneistojen suhteellista kosteutta ja lämpötilaa mitataan esimerkiksi kosteusmittauksella varustettujen huonetermostaattien avulla. Lisäksi kiinteistössä tulee olla kastepistevalvonta (taloautomaation kautta), jonka valvonta-anturi asennetaan yleensä tarkkailemaan viilennysjärjestelmän syöttöputkien pinnalla tapahtuvaa kondenssia. Ohjausjärjestelmä seuraa suhteellista kosteutta ja sulkee viilennettävän piirin toimilaitteen tai koko kiinteistön viilennyksen, mikäli suhteellinen kosteus nousee liian korkeaksi (asetusarvo ja -rajat).
- Lattiaviilennystä suositellaan valurakenteisiin lattioihin, jolloin kondenssiriski koskee lähinnä runkoputkistoja ja valun yläpuolisia asennuksia.
- Verkoston toimintalämpötilat esimerkiksi (+16°C / +19°C). Liian alhainen menoveden lämpötila lisää riskiä veden kondensoitumiselle lattiassa kiertävän putken pinnalle.
- Vaihtoventtiilien avulla voidaan hyödyntää samaa järjestelmää lattialämmitykseen ja lattiaviilennykseen. Viilennystä ei kohdisteta märkätiloihin, joten märkätilat tulee esimerkiksi eriyttää omaksi verkostokseen. Ohjaukset suunnitellaan niin, että järjestelmä toimii lämmityskaudella lämmitykseen ja kesällä viilennykseen. Laittevalmistajilta löytyy tähän valmiita järjestelmäkokonaisuuksia.
- Ilmanvaihdon tuloilmaa jäähdyttämällä voidaan pienentää huoneilman kosteutta, mikä parantaa lattiaviilennyksestä saatavaa hyötyä.

Jäähdytetty tuloilma (viilennysratkaisu)

- Jäähdytysteho n. 10 W/(l/s)
- Jäähdytystehoa rajoittaa jäähdytyksen näkökulmasta pienehköt ilmamäärät
- Jäähdytystehoa voidaan kasvattaa kesäajan normaali-ilmavirtoja nostamalla. Tämä edellyttää suurempien ilmamäärien huomioinnin kanaviston ja päätelaitteiden mitoituksessa.
- Jäähdytys tuotetaan keskitetyllä jäähdytysjärjestelmällä tai ilmanvaihtokone varustetaan integroidulla lämpöpumpulla
- Huomioitava tuloilmakanaviston kondenssieristystä (esim. Armaflex 19mm). Huomioitava, että solukumi ei toimi paloeristeenä eikä tyypillisesti sovellu yhdistettäväksi paloeristeen kanssa. Tarvittaessa huomioitava höyrytiivis paloeristys (esim. alumiinipäällysteinen palovilla tiiviiksi alumiiniteipatuin liitoksin).
- Tavoiteltu tuloilman lämpötila tyypillisesti +16 – 18 °C
- Jäähdytyspatterin mitoituksessa entalpiana käytetään tyypillisesti sisäilmastoluokituksessa annettua arvoa 57 kJ/kg k.i. tai Pohjois-Suomeen annettua arvoa 52 kJ/kg k.i. Suomen nykyisissä kesäolosuhteissa entalpia voi kuitenkin hetkellisesti käydä jopa yli 70 kJ/kg k.i.

Jäähdytyspatterin mitoitusentalpian ylittyminen johtaa viilennystehon ja kuivaavan vaikutuksen heikentymiseen. Mitoitusta on hyvä pohtia siitä näkökulmasta, kuinka paljon mitoitusäänä ylittäviä tilanteita voidaan tilastollisesti sallia. Elinkaaren näkökulmasta on hyvä pohtia, tulisiko jäähdytyspatteri mitoituksessa käyttää korkeampaa mitoitusentalpiaa, jolloin viilennys paremmin nyt ja tulevaisuuden sääolosuhteissa.

Ilmalämpöpumppu

- Jäähdytysteho n. 2500 – 3500 W/yksikkö
- Jäähdytysteho kohdistuu voimakkaimmin tilaan, jonne konvektori sijoitetaan (tyypillisesti oleskelutila)
- Voidaan toteuttaa SPLIT-tyyppisesti liittämällä useita sisäyksiköitä yhdelle ulkoyksikölle
- Jäähdytys tuotetaan omilla ulkoyksiköillä
- Huomioitava kondenssiviemärointi (jäähdytyskäytössä kondensoituminen tapahtuu sisäyksikössä)
- Edellyttää ulkoyksiköiden sijoittamisen esimerkiksi parvekkeille

Puhallinkonvektori

- Jäähdytysteho n. 1000 – 4000 W/yksikkö
- Asennetaan tyypillisesti alakaton sisään ja puhallus otsapinnasta
- Jäähdytysteho kohdistuu voimakkaimmin tilaan, jonne konvektori sijoitetaan (tyypillisesti oleskelutila)
- Puhallinkonvektorin huollettavuus tulee huomioida, mallista riippuen tämä voi edellyttää suurehkoja huoltoluukkuja konvektorin taakse. Huoltoluukkujen tarve voidaan välttää käyttämällä ulosvedettävää konvektorimallia.
- Huomioitava kondenssiviemärointi
- Huomioitavia asioita ovat vedon tunteen ehkäisy, laitteen äänitaso ja huollettavuuden toteutuminen.
- Puhallinkonvektorit liitetään jäähdytysverkostoon. Jäähdytystehoon vaikuttaa jäähdytysyksikön koko ja jäähdytysverkon mitoituslämpötilat (esim. +7°C / +12°C tai +10°C / +15°C)
- Jäähdytys tuotetaan keskitetyllä jäähdytysjärjestelmällä

3.5 Ilmanvaihto

Ilmanvaihdon suunnittelun tavoitteena on terveellinen ja turvallinen sisäilmasto kaikissa tavanomaisissa käyttötilanteissa ja sääolosuhteissa. Tämän lisäksi keskeisiä tavoitteita ovat energiatehokkuus, helppo huollettavuus, vaihdettavuus, korjattavuus ja asennettavuus. Suunnittelijan tulee perehtyä Ympäristöministeriön asetukseen uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta, asetusta tukevaan sisäilmasto ja ilmanvaihto oppaaseen sekä ilmanvaihdon paloturvallisuus oppaaseen (www.talotekniikkainfo.fi)

Ilmanvaihtojärjestelmät tulee varustaa riittäväillä ohjaus-, säätö- ja valvontalaitteilla, jotta järjestelmän keskeisiä toimintoja on mahdollista mitata, ohjata ja seurata. Ilmanvaihtojärjestelmän tulee olla hätätilanteessa kokonaisuudessaan pysäytettävissä helposti löydettävällä pysäytyskytkimellä (IV-hätäseis). Tyypillinen sijainti porrashuoneessa ulko-oven lähetyvillä.

Ilmanvaihtokoneiden ja päätelaitteiden valinnassa on tärkeää huomioida, että tuotteet ovat hyväksytyjä ja kyseiseen käyttöön tarkoitettuja. Ilmanvaihtokoneiden raitis- ja jäteilmalaitteiden sijoittelussa tulee huomioida asetuksen ja sisäilmasto- ja ilmanvaihto-oppaan mukaiset etäisyysvaatimukset. Mikäli etäisyysvaatimuksista joudutaan poikkeamaan, tulee ratkaisun toimivuus yleensä osoittaa esimerkiksi laskelmilla tai simuloinneilla.

Ohjeita ilmanvaihtojärjestelmän valintaan

Ilmanvaihtojärjestelmän valintaan vaikuttavat hankkeelle asetetut tavoitteet. Asuntokohtaisen ilmanvaihdon vahvuudeksi mielletään usein kustannustehokas toteutus. Keskitetyn ilmanvaihdon vahvuutena pidetään huoltoa ja korjausta edellyttävien laitteiden huomattavasti vähäisempää määrää. Lisäksi keskitetyssä ilmanvaihdossa ilman lämmitys tapahtuu samalla lämmitysmuodolla, kuin itse rakennuksen lämmitys. Kokonaiskustannus koostuu laite- ja asennuskustannusten lisäksi myös järjestelmän elinkaaren aikana syntyvistä käyttö- ja huoltokustannuksista.

Alapuolisessa esimerkissä on esitetty asuntokohtaisen- ja keskitetyn ilmanvaihdon kustannuksiin vaikuttavia tekijöitä. Molemmissa ratkaisuissa vuotuisia käyttökustannuksia voidaan pienentää investoimalla laadukkaisiin ja energiatehokkaisiin ilmanvaihtokoneisiin.

Asuntokohtainen ilmavaihto:

- Tarpeenmukainen ilmanvaihto (poissa/kotona/tehostus) on helposti toteutettavissa
- Ilmanvaihtokoneet yleensä sähköisillä lämmityspattereilla
- Useita huollettavia ilmanvaihtokoneita
- Ilmanvaihtokoneet ja kanavistot ovat kokonaan tai pääosin asuntojen sisällä, joten edellyttää usein keskitettyä ilmavaihtoa enemmän alakatto- ja koteloratkaisuja. Asennustyö painottuu suurimmaksi osaksi asuntojen sisäpuolelle, mikä voi vaikuttaa työmaa-aikaiseen toimintaan.
- Mahdollisesti vähäisempi kuilutarve, mikä vapauttaa enemmän tilaa asuineliöille

Keskitetty ilmastointi:

- Ilmanvaihtokone/koneet yleensä ylimmässä kerroksessa tai ullakolla ilmanvaihtokonehuoneessa. Asunnoissa on yleensä asuntokohtaista ilmanvaihtoa vähäisempi tarve alakatto- ja koteloratkaisuille, koska asennustyö painottuu suurelta osin ilmanvaihdon konehuoneeseen ja vesikatolle.
- Ilmanvaihtokoneet yleensä vesikiertoisilla lämmityspattereilla
- Vähemmän huollettavia ilmanvaihtokoneita. Asuntokohtaiset ilmamääräsäätimet voivat parantaa järjestelmän toimivuutta ja energiatehokkuutta, mutta toisaalta huollettavien laitteiden määrä lisääntyy.
- Asunnoissa ilmanvaihdon tehostus toteutetaan usein liesikuvun kautta (kotona/tehostus), eikä erillistä poissa-asetusta ole. Tarpeenmukainen ilmanvaihto (poissa/kotona/tehostus) edellyttää esimerkiksi asuntokohtaisten ilmamääräsäätimien (IMS) käyttöä, sekä näiden ohjauksen perustuen esimerkiksi lämpötila-/hiilidioksidi mittaukseen tai poissaolokytkimeen.
- Mahdollisesti suurempi kuilutarve, kuin asuntokohtaisessa ilmanvaihdossa

Ilmavirtojen ja ilmanvaihtojärjestelmän mitoitus

Asuinrakennusten ilmanvaihdon mitoituksen tueksi on laadittu FINVACin opas asuinrakennusten ilmanvaihdon mitoitukseen. Hyödyllisiä ohjeita sisäilmaston tavoitevaatimuksiin on löydettävissä myös esimerkiksi Sisäilmastoluokitus-ohjekortissa.

Ilmavirtamitoituksen hyvänä lähtökohtana voidaan pitää ilmamäärien mitoittamista tasapainoon, kuitenkin siten että asunnot ja merkittävää kosteuskuormaa sisältävät tilat suunnitellaan ympäröivään tilaan nähden lievästi alipaineisiksi (n. 2-5 Pa).

Muunneltavuuden kannalta on suositeltavaa, että runkokanavistoille ja ilmanvaihtokoneelle huomioidaan esimerkiksi 20% tehostusmahdollisuus. Hankkeen tavoitteet muuntojoustavuudelle vaikuttavat siihen paljonko tehostusvaraa on tarpeellista huomioida.

Ilmanvaihdon huollettavuus ja säädettävyys

Kanavistoilla on suositeltavaa pyrkiä selkeisiin ja suoraviivaisiin reittivalintoihin. Turhia risteilyjä ja mutkia tulee välttää, koska ne hankaloittavat asentamista ja järjestelmän puhdistettavuutta. Säädettävyyttä voidaan parantaa mitoittamalla kanavistot väljästi, suunnittelemalla kanavisto tasapainoiseksi ja valitsemalla päätelaitteet ilmavirroille sopiviksi.

Kanavistot tulee varustaa riittävällä määrällä puhdistusluukkuja, jotta ne voidaan kauttaaltaan puhdistaa. Puhdistusluukkujen sijoittelussa tulee huomioida kanaviston laitteiden (esim. säätö- ja palopellit) vaikutus kanaviston puhdistettavuuteen. Usein puhdistettavuuden takaaminen edellyttää puhdistusluukkuja ennen ja jälkeen laitteen.

Kanavistot tulee varustaa riittävällä määrällä säätöpeltejä, jotta ilmanvaihtojärjestelmä voidaan säätää suunniteltujen ilmamäärien mukaisesti. Säätöpellit voidaan sijoittaa esimerkiksi IV-

konehuoneeseen suurten runkolinjojen alkupäähän, pystyrunkojen yläpäähän ja paineenrajoittamista edellyttäviin runkohaaroihin. Pienet ilmanvaihtojärjestelmät kuten asuntokohtaisen ilmanvaihdon kanavisto voidaan yleensä toteuttaa ilman säätöpeltejä.

Säätöpeltien asentoarvot on suositeltavaa esittää suunnitelmassa etenkin savukuristimina toimivien peltien osalta. Näin voidaan varmistua, että säätöpelti asetetaan säätövaiheessa savukuristusominaisuudet täyttävään asentoon.

Ilmanvaihtokanaviston laitteet (esim. säätö-, IMS-, palopellit ja puhdistusluukut) tulee olla helposti saavutettavissa ja varustettuna tarvittavilla tarkastus- ja huoltoluukuilla. Näille tulee varata riittävästi tilaa asennusten ja huoltojen suorittamiseen. IMS-peltikohtaiset suojaetäisyydet on tärkeää huomioida suunnittelussa.

Ilmanvaihdon konehuoneeseen tulee huomioida riittävästi huoltotilaa ja riittävän suuret haalausaukot, jotta ilmanvaihtokoneiden asentaminen tilaan on normaalein keinoin toteutettavissa.

3.5.1 Asuntokohtainen ilmanvaihto

Ohjeita asuntokohtaisen ilmanvaihdon suunnitteluun

Asunnot varustetaan omilla ilmanvaihtokoneilla. Yleisten- ja asumista tukevien tilojen (esim. yhteiset pesulat, saunaosastot ja varastot) ilmanvaihtoa ei liitetä asuntoja palveleviin ilmanvaihtokoneisiin, vaan varustetaan omalla/omilla ilmanvaihtokoneilla. Porrashuoneet ja uloskäytävät varustetaan omilla ilmanvaihtokoneilla.

Ilmanvaihdon ohjaus tapahtuu yleensä liesikuvun kautta tai erillisellä huonesäätimellä. Ilmanvaihtoa voidaan ohjata myös kosteus-, hiilidioksidi-, tai lämpötila-anturin mittauksen perusteella ja rakennusautomaation kautta. Ohjaustapoja voidaan myös yhdistää esim. ohjaus liesikuvulta ja automaattinen kosteuteen perustuva tehostus.

Raitis- ja jäteilmalaitteita sijoitetaan usein rakennuksen julkisivuun (IN/OUT-laitteet ym.). Etäisyysvaatimuksista johtuen tämä ei ole aina mahdollista, jolloin jäteilma johdetaan yleensä vesikatolle. Mikäli asetuksen ja sisäilmasto- ja ilmanvaihto-oppaan etäisyysvaatimuksista joudutaan poikkeamaan, tulee ratkaisun toimivuus yleensä osoittaa esim. laskelmilla tai simuloinneilla.

Liesikuvun kanava voidaan liittää ilmanvaihtokoneen omaan liesikupuliitintään tai asunnon poistoilmakanavaan. Rasvan kulkeutuminen lämmöntalteenottokennolle pyritään estämään, joten poistokanavaan liityttäessä liesikuvun tehokas rasvanerotuskyky on tärkeää. Poistokanavaan liitytään ensisijaisesti koneen välittömässä läheisyydessä (esim. ensimmäinen haara ilmanvaihtokoneelta omaan liesikuvulle). Liesikupuliitäntä ohittaa lämmöntalteenottokennon, joten riski kennon rasvoittumiselle on vähäisempi. Liesikupuliitäntää käytettäessä ei suositella normaaliajan poistoa liesikuvun kautta, koska se heikentää LTO:n vuosihyötysuhdetta.

Liesikuvun alipaineen kompensointi voidaan yleensä toteuttaa ilmanvaihdon painesuhteita muuttamalla liesikuvun käyttötilanteessa. Toiminto käynnistyy ja sammuu ilmanvaihtokoneen automatiikan ohjaamana (esitetään säätökaaviossa).

Asunnon ilmanvaihtokoneen raitis- ja jäteilmakanavat kondenssieristetään lämpimässä tilassa. Tuloilmakanavat kondenssieristetään, jos ilmanvaihtokone varustetaan jäähdytyspatterilla. Mikäli jäte- tai raitisilmakanava johdetaan vesikatolle, tulee tarvittavat palo- ja lämpöeristykset huomioida.

Tulo- ja poistokanavat varustetaan äänenvaimentimilla, jotka suositellaan sijoittamaan kanavaan mahdollisimman lähelle ilmanvaihtokonetta. Liesikuvun kanava suositellaan varustamaan äänenvaimentimella ilmanvaihtokoneen liesikupuliitokseen liityttäessä. Raitis- ja jäteilmakanavat voidaan varustaa tarvittaessa äänenvaimentimilla (esim. voimakas lento- tai liikennemelu). Ilmanvaihtokoneesta huonetilaan siirtyvää ääntä voidaan tarvittaessa vaimentaa ilmanvaihtokoneen koteloinnilla.

3.5.2 Keskitetty ilmanvaihto

Ohjeita keskitetyn ilmanvaihdon suunnitteluun

Asuntojen ilmanvaihto toteutetaan yhdellä tai useammalla keskusilmanvaihtokoneella, jotka sijoitetaan palo-osastoituun konehuoneeseen tyypillisesti rakennuksen ullakolle tai ylimpään kerrokseen. Kaikki osastoidut uloskäytävät porrashuoneineen toteutetaan omilla ilmanvaihtokoneilla, jotka sijoitetaan palo-osastoituun konehuoneeseen.

Asuinkerrostalossa on asuntojen lisäksi yhteisiä- ja asumista tukevia tiloja, joiden ilmanvaihdon toteutus tulee arvioida tapauskohtaisesti. Tällaisia tiloja ovat esimerkiksi yhteiset saunaosastot, pesulat ja varastotilat. Tilojen ilmanvaihto voidaan toteuttaa esimerkiksi omalla keskusilmanvaihtokoneella tai tilat voidaan liittää omalla pystynousulla asuntoja palvelevaan keskusilmanvaihtokoneeseen. Vaihtoehtoisesti tilat voidaan varustaa pakettikoneilla, jotka sijoitetaan palvelempiinsa tiloihin tai niiden läheisyyteen.

Eri käyttötarkoitusta olevien tilojen ilmanvaihdon yhdistämisessä tulee huomioida paloturvallisuutta, yhdistelmärajoituksia ja poistoilmaluokkia koskevat määräykset ja ohjeet. Asuntojen keskusilmanvaihtokoneessa ei yleensä voi käyttää pyörivää lämmöntalteenottoa.

Esimerkki:

- Keskusilmanvaihtokone TK01 = asunnot (sijainti IV-konehuone)
- Pakettikone TK02 = porrashuone A (sijainti IV-konehuone)
- Pakettikone TK03 = porrashuone B (sijainti IV-konehuone)
- Pakettikone TK04 = yhteinen saunaosasto (sijainti saunaosaston WC-tila)
- Pakettikone TK05 = yhteinen pesula + kuivaushuone (sijainti pesulatilassa)
- Pakettikone TK06 = yhteiset ulkovaelinevarastot ym. (sijainti lämmönjakohuoneessa)

Ilmanvaihdon tehostuksesta syntyvä hetkellinen ilmamäärä on suositeltavaa huomioida runkokanavien ja ilmanvaihtokoneen mitoituksessa. Tehostuksen yhtäaikaaisuutta voidaan arvioida esimerkiksi olettamalla, että enintään 60% asunnoista toimii yhtäaikaaisesti tehostuksella. Yhtäaikaisuus tulee kuitenkin arvioida tapauskohtaisesti. Esimerkiksi tuloilmaviilennetyissä kohteissa asukkaat voivat käyttää tehostusta muutoinkin kuin ruuanlaittoon. Tuloilmaviilennetyissä kohteissa voidaan myös kesäajan normaali ilmanvaihtoa tehostaa keskistetysti esimerkiksi 15 %.

Ilma jaetaan asunnoille esimerkiksi pystyrunkojen kautta. On suositeltavaa sijoittaa runkokohtainen säätöpelti ja puhdistusluukku runkojen yläpäähän (esim. yläpohja tilaan) tai ilmanvaihdon konehuoneeseen, jos kanavat haaroitetaan konehuoneelta asti. Pystyrunkojen huollettavuus tulee yläpohjan tyypistä riippuen varmistaa esimerkiksi yläpohjan kautta tai erillisillä huoltopoteroilla.

Ilmannopeudeksi runkokanavassa suositellaan enintään 5 – 6 m/s. Haarakanavissa suositeltava ilmannopeus enintään 3 – 4 m/s ja kytkentäkanavissa enintään 2,5 m/s. Ilmannopeuden valintaan vaikuttavat painehäviö ja äänitaso.

Asuntojen tulo- ja poistokanavat varustetaan äänenvaimentimilla, jotka sijoitetaan asuntohaaran alkupäähän lähelle pystyhormia (esim. puhdistusluukun ja säätöpellin jälkeen). Liesikuvun äänenvaimentimen tarve voidaan arvioida tapauskohtaisesti, mutta ääniteknisesti varmin tapa on varustaa kanava äänenvaimentimella. Keskusilmanvaihtokoneelta lähtevät tulo- ja poistorungot varustetaan äänenvaimentimilla. Suunnittelussa on tärkeää huomioida, että äänenvaimentimien tyyppi, koko ja määrät mitoitetaan siten, että riittävä äänenvaimennustaso saavutetaan.

Ilmanvaihdon ohjaus asunnoissa voidaan toteuttaa esimerkiksi seuraavilla tavoilla;

Vaihtoehto 1.

- Asuntojen ilmanvaihto toimii jatkuvasti normaalikäytön mitoitusilmamäärillä (kotona)
- Ilmanvaihtoa tehostetaan avaamalla liesikupu (tehostus)

Vaihtoehto 2.

- Asuntojen ilmanvaihtoa ohjataan tarpeenmukaan (poissa/kotona/tehostus).
- Ohjaus esimerkiksi huonesäätimestä, liesikuvusta tai/ja huoneantureiden mittauksella
- Edellyttää asuntokohtaisia ilmamääräsäätimiä (IMS-pellit)

Ilmanjako pystyrunkojen kautta voidaan toteuttaa esimerkiksi seuraavilla tavoilla;

Vaihtoehto 1.

- Päällekkäisillä asunnoilla yhteiset pystyrunkokanavat 4 kpl
 - Tuloilma
 - Poistoilma
 - Tuloilma tehostus
 - Liesikuvun poisto
- Liesikuvun alipaine kompensoidaan tuloilman tehostuskanavan kautta (asunnossa kiinni/auki moottoripelti, oma tuloilman päätelaite)

Vaihtoehto 2.

- Päällekkäisillä asunnoilla yhteiset pystyrunkokanavat 3 kpl
 - Tuloilma
 - Poistoilma
 - Liesikuvun poisto
- Liesikuvun alipaine kompensoidaan kasvattamalla asunnon tuloilmamäärää tuloilmakanavaan sijoitetun vakiovirtaussäätimen avulla (esim. Trox VFC).

Vaihtoehto 3.

- Päällekkäisillä asunnoilla yhteiset pystyrunkokanavat 3 kpl
 - Tuloilma
 - Poistoilma
 - Liesikuvun poisto
- Asunnon tulo- ja poistoilmakanavat varustetaan ilmamääräsäätimillä (IMS)
- Liesikuvun alipaine kompensoidaan ilmanvaihdon painesuhteita muuttamalla ilmamääräsäätimien avulla

3.5.3 Asuinhuoneistojen ilmanvaihdon suunnittelu

Kanavistoille tulee huomioida riittävät alakatto- ja koteloratkaisut, sekä riittävästi asennustilaa. Alakattokorkeuksien ja määrien tulee pysyä sallituissa rajoissa, joten LVI-suunnittelijan on tärkeää toimia tilatarpeiden määrittelyn osalta yhteistyössä arkkitehdin ja pääsuunnittelijan kanssa.

Päätelaitteet on tärkeää asemoida niin, että ilma vaihtuu huoneiston kaikissa tiloissa. Siirtoilmareitteinä käytetään lähtökohtaisesti ovirakoja, jotka on suositeltavaa esittää ilmanvaihtosuunnitelmassa. Mikäli asuinhuoneistoissa on tiiviillä välivilla varustettuja huoneita, voidaan ne suunnitella ilmavirroiltaan tasapainoon, jolloin siirtoilmareittiä ei tarvitse huomioida.

Tuloilman päätelaitteet tulee asemoida ja suunnata siten, ettei ilmavirta aiheuta epämiellyttävää vedon tunnetta. Keittiön yleispoisto toteutetaan tyypillisesti liesikuvun kautta tai erillisellä poistoilmaventtiilillä. Kylpyhuoneen poistoilmaventtiili suositellaan asemoimaan suihkun välittömään läheisyyteen. Saunan poistoilmaventtiili asemoidaan yleensä kiukaan

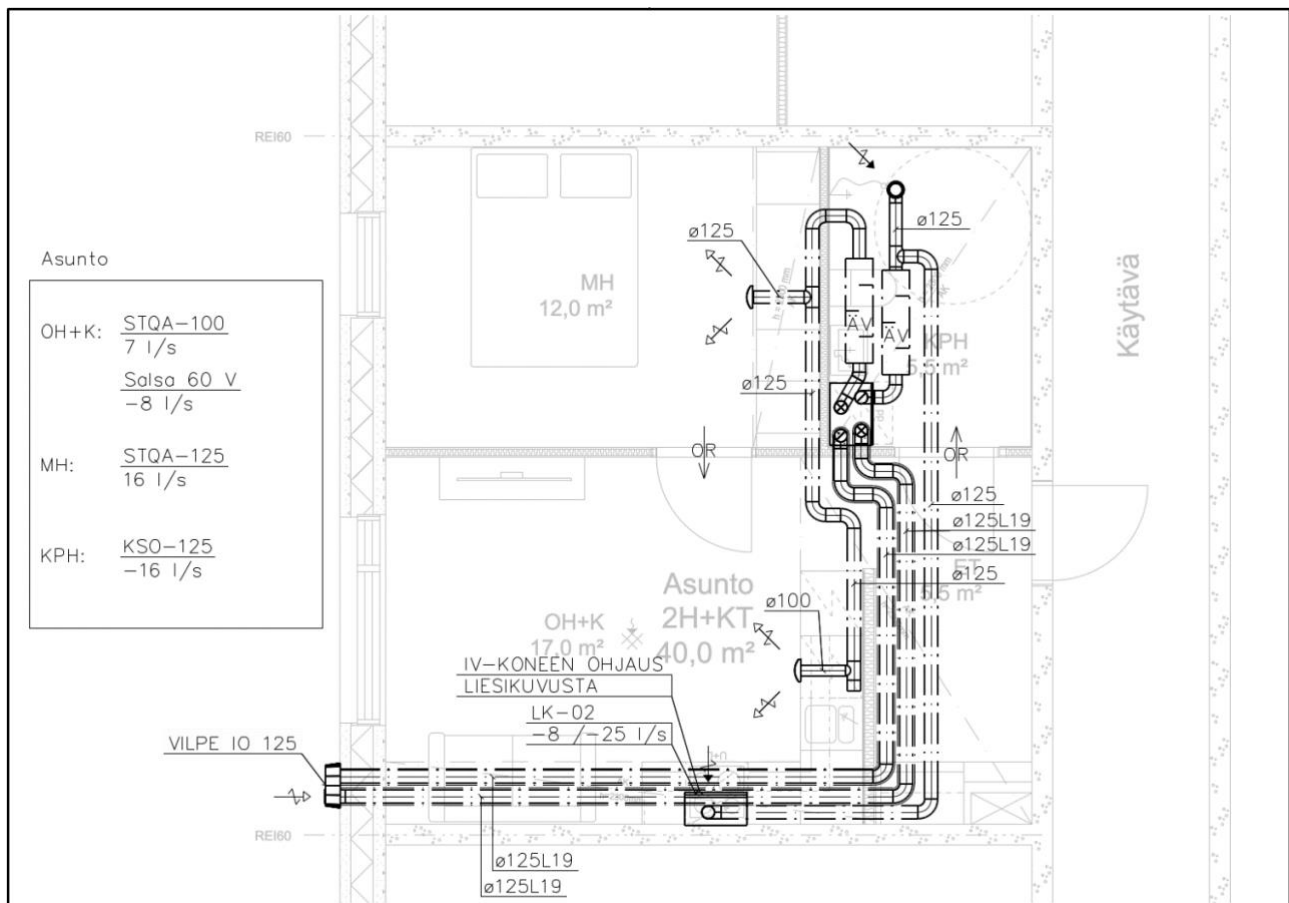
vastaiseen takanurkkaan ja tuloilmaventtiili kiukaan yläpuolelle. Mikäli kiukaalla on lämpötila-anturi, huomioidaan tuloilmaventtiilin sijoituksessa valmistajan ohjeistama suojaetäisyys anturiin, joka on yleensä 0,5 – 1m.

3.5.4 Esimerkki asuinhuoneiston ilmanvaihtosuunnitelmasta

Esimerkki asuinhuoneiston ilmanvaihtosuunnitelmasta asuntokohtaisella ilmanvaihtokoneella.

- IV-kone on sijoitettu KPH-tilaan
- Ulkoilman sisäänotto ja jäteilman ulospuhallus on toteutettu IN/OUT-laitteella
- Ulko- ja jäteilmakanavat on kondenssieristetty
- Ilmanvaihtokoneen ohjaus tapahtuu liesikuvusta

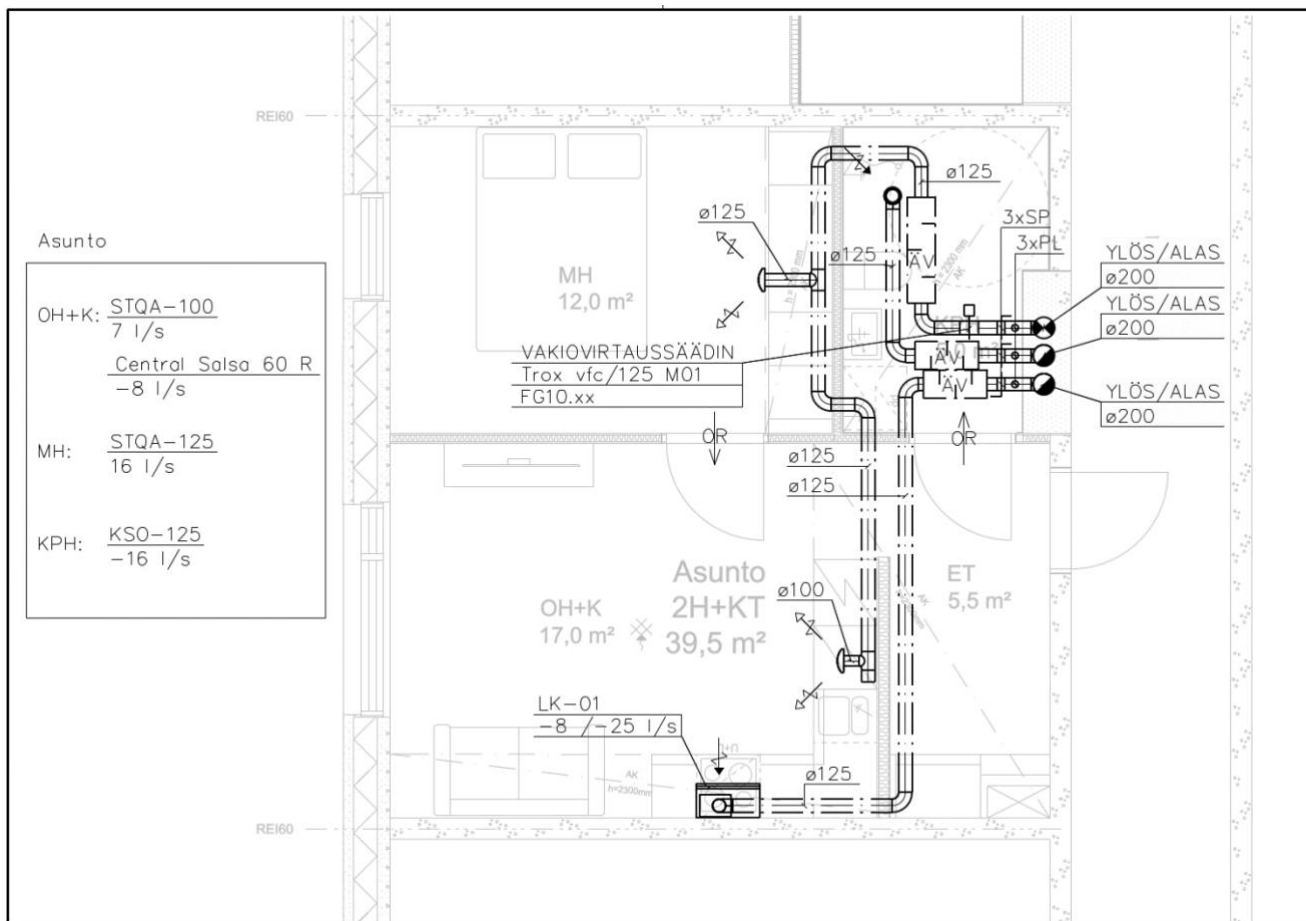
Liesikupu on liitetty poistoilmakanavaan koneen välittömässä läheisyydessä, keittiön normaalikäytön poistoilma on toteutettu liesikuvun kautta



Kuva 5. Esimerkkisuunnitelma asuinhuoneiston ilmanvaihtosuunnitelmasta asuntokohtaisella ilmanvaihdolla

Esimerkki asuinhuoneiston ilmanvaihtosuunnitelmasta keskitetyllä ilmanvaihdollä, tuloilman tehostus vakiovirtaussäätimen kautta.

- Asunnon tuloilmakanaviston vakiovirtaussäädin nostaa asunnon tuloilmamäärä tehostustilanteessa.
- Edelliseen esimerkkiin verrattuna tämä ratkaisu voidaan toteuttaa kolmella pystyrungolla



Kuva 7. Esimerkkisuunnitelma asuinhuoneiston ilmanvaihtosuunnitelmasta keskitetyllä ilmanvaihdollä, tuloilman tehostus vakiovirtaussäätimellä.

3.6 Ilmanvaihdon paloturvallisuuden huomioiminen suunnittelussa

Ilmanvaihtosuunnittelussa tulee huomioida ilmanvaihdon paloturvallisuutta koskevat määräykset ja ohjeet. Seuraavassa on koottu suunnittelun tueksi keskeisiä ilmanvaihdon paloturvallisuudessa huomioitavia asioita.

Kanavat paloeristetään palomääräysten ja paloturvallisuusohjeiden mukaisesti. Palopelteinä suositellaan käyttämään mootoroituja palopeltejä, joiden toimintaa voidaan testata rakennusautomaatiojärjestelmän kautta.

Jos kanavan pinta-ala on alle 200 cm² (max. Ø160 mm pyöreä kanava) palopeltinä voidaan käyttää E-luokan palopeltiä, jolla ei ole eristävyysvaatimusta. E-luokan palopeltiä käytettäessä on suositeltavaa kuitenkin huomioida kanaviston osan paloeristys ennen palopeltiä, jotta eristävyysvaatimus kanavistolla täyttyy. Jos kanavan halkaisija on yli 200 cm² palopelteinä käytetään eristävyysvaatimuksen täyttäviä EI-luokan palopeltejä.

Uloskäytävät porrashuoneineen varustetaan omilla ilmanvaihtokoneilla. Ilmanvaihto tulee olla raitisilmakammiota myöten erillään muista ilmanvaihtolaitteistoista, eikä Ilmanvaihdon yhdistäminen muiden tilojen ilmanvaihtokoneeseen ei ole sallittua. Porrashuoneen kanssa samaan palo-osastuun kuuluva hissikuilu voidaan liittää porraskäytävää palvelevaan ilmanvaihtokoneeseen. Hissikuilun poistoilma voidaan ottaa esimerkiksi kuilun yläpäästä ja korvausilma alimman kerroksen porrashuoneesta siirtoilmana.

Ilmanvaihdon savunrajoituksella rajoitetaan tulipalon alkuvaiheessa syntyvien savukaasujen leviämistä palavasta asunnosta toisiin asuntoihin. Asuntokohtaisessa ilmanvaihtojärjestelmässä savun leviäminen rajoittuu käyttämällä asuntokohtaisia ilmanvaihtokoneita. Keskitetyssä ilmanvaihtojärjestelmässä savun leviämistä rajoitetaan yleensä ensisijaisesti savukuristimilla. Tämän lisäksi voidaan käyttää myös muita ratkaisuja, joiden toimivuus tunnetaan.

- Savunrajoitukseen esimerkiksi käytettyjä ratkaisuja;
- Savukuristimeksi hyväksytyt tuotteet (savunrajoittimet ja kuristusvaatimukset täyttävät säätöpellit)
 - Kuristimen läpi saa virrata korkeintaan 42 dm³/s ilmaa 100 Pa:n paine-erolla.
 - Asuntohaaran kanavakoko enintään Ø160
- Palopellit, joiden laukeamismekanismi perustuu savunilmaisuun.
 - Nousukanavat, joiden pystysuora korkeus huoneiston haarakanavasta on vähintään 2,5 m tai kymmenen halkaisijamittaa (suurempi arvo) ennen liitosta kokoojakanavaan

Savukuristimia käytettäessä ilmanvaihtokonehuoneen tulee sijaita palvelemissa tilojen yläpuolella, muissa tilanteissa asuntohaarat varustetaan yleensä palopellein (esim. ylimmän kerroksen asunnot, jos ilmanvaihtokonehuone ylimmässä kerroksessa on asuntojen kanssa samalla tasolla).

Säätöpeltiä on mahdollista käyttää savunrajoitukseen yleensä Ø100-125 mm koon kanavissa (kanavakoolle löydettävissä tyyppihyväksytty tuote). Savukuristimen läpi saa virrata korkeintaan

42 dm²/s ilmaa 100 Pa:n paine-erolla, joten tätä suuremman ilmamäärän asunnot varustetaan yleensä palopellein ja savunilmaisimin.

Savukuristimena toimivan säätöpellin kuristusaukkoa joudutaan rajoittamaan voimakkaasti, jotta vaatimukset savukuristimelle voidaan täyttää. Tämän vuoksi on suositeltavaa tarkastella säätöpellissä syntyvä äänitaso silloin kun lähestytään sallitun ilmamäärän ylärajaa (42 dm²/s) ja tarvittaessa varustaa kanava tehokkaammalla äänenvaimennuksella tai käyttämällä säätöpellin sijaan palopeltiä.

3.7 Putkiston paloturvallisuuden huomioiminen suunnittelussa

Paloturvallisuus putkistojen osalta koostuu enimmäkseen palo-osastojen lävistyksistä ja putkiston materiaalivalinnoista. Asuinkerrostalossa osastoivien rakenteiden putkilävistyksiä on usein hyvin paljon (esim. ryömintätila, välipohjat ja asuntojen väliset seinät). Osastoivien rakenteiden lävistäminen ei saa olennaisesti heikentää rakenteen osastoivuutta, mikä edellyttää esimerkiksi palokatkojen käyttöä.

Palokatkoratkaisujen ja tuotteiden tulee olla ETA-hyväksyttyjä tai niillä tulee olla rakennuspaikkakohtainen hyväksyntä.

Putkistojen palokatkoista laaditaan suunnitelmat tyypillisesti erillisen palokatkosuunnittelijan toimesta. Erityissuunnittelualojen edustajat osallistuvat yleensä palokatkosuunnitteluun tarkastamalla tai laatimalla osittain tai kokonaan omaa suunnittelualaansa koskevat palokatkosuunnitelmat. Palokatkosuunnittelua koskeva vastuunjako on suositeltavaa sopia jo aikaisessa vaiheessa.

Osastoivien rakenteiden putkilävistyksyet voidaan toteuttaa läpivientikappaleilla, jotka toimivat samalla palokatkoina (esim. Sewatek-läpiviennit). Palokatkoratkaisujen tilantarve ja suunnitteluohjeet tulee huomioida reikävarauksia määritettäessä. Tämä ohjaa siihen, että putkistosuunnittelija osallistuu ainakin tältä osin palokatkojen suunnitteluun.

Esimerkki:

1. Putkisuunnittelija on yhdessä tilaajan kanssa sopinut, että hankkeessa käytetään valmiita Sewatek-putkiläpivientejä
2. Betonielementtien reikävaraukset suunnitellaan tilaajan tai rakennesuunnittelijan laatiman ohjeistuksen mukaisesti
3. Putkisuunnittelija perehtyy reikävarauksia ja Sewatek tuotteita koskeviin ohjeisiin ja määrittelee reikäkierron yhteydessä putkiläpivientien sijainnit, koot ja käytettävät Sewatek tuotteet
4. Rakennesuunnittelija huomioi määritetyt Sewatek tuotteet betonielementtien suunnittelussa

Palo-osaston lävistävät viemäriputket tehdään yleensä palonkestävästä materiaalista (esim. GR tai RST) tai muoviviemäristä paloeristettynä, palokatkoja käyttäen tai palo-osastoivan rakenteen sisään sijoitettuna.

Esimerkki:

- Pystyviemärit asunnoissa muoviviemärillä Elpo-hormissa
- Pystyviemärit asunnoissa muoviviemärillä palo-osastoidussa kotelossa / hormissa
- Pystyviemärit asunnoissa muoviviemärillä kotelossa, kerrosten välillä palokatkot (esim. palomansetti)
- Pystyviemäri ja vaakaviemärit yleisten tilojen ja poistumisteiden katossa GR tai RST

Muoviputket ja muoviviemärit eivät kestä tulipalon kuumuutta, vaan ne sulavat ja syttyessään niistä vapautuu myrkyllisiä savukaasuja, mikä tulee huomioida esimerkiksi poistumisteillä. Suunnittelijan on hyvä pohtia missä tilanteissa palamaton putkimateriaali parantaa rakennuksen paloturvallisuutta.

Komposiittiputken osalta tulee huomioida palo-osastointia koskevat vaatimukset esimerkiksi poistumisteillä, koska se muoviputken tavoin on palokuormaa lisäävä materiaali. Komposiittiputken sijaan voidaan käyttää esimerkiksi teräsputkea, joka ei edellytä palo-osastointia (pl. palokatkot).

4 SÄHKÖJÄRJESTELMÄT JA RATKAISUT

4.1 Sähköenergia jakelu- ja käyttöjärjestelmät

4.1.1 Yleistä

Kohteiden sähköjärjestelmät tulee olla viranomaisten vaatimusten mukainen. Sähköurakoitsija huolehtii yhteydenpidon viranomaisiin ja hyväksyttää kaikki käytetyt laitteet sekä asennetun laitoksen voimassa olevien säännösten mukaisesti.

Kaikki sähköistykseen liittyvät asiat perustuvat voimassa oleviin lakeihin, sähköalan uusimpiin ja yleisiin SFS 6000 standardeihin ja ohjeistuksiin, TUKES turvallisuusohjeisiin sekä ST-kortistoihin. Viestintä ja tietoverkkoon liittyvät asiat perustuvat uusimpiin viestintäviraston määräyksiin M65 ja sähköalan ohjeistuksiin ja standardeihin.

Kaikille sähkölaitteille tehdään ennen luovutusta lain ja määräysten vaatimat käyttöönottomittaukset, testaukset ja tarkastukset.

Ohjeistuksessa mainitut sähköpistemäärät ovat suosituksia. Sähköpistemäärät tarkentuvat kohdekohtaisesti.

4.1.2 Laitteita ja tarvikkeita koskevat yleiset vaatimukset

Sähköjärjestelmä toteutetaan voimassa olevien lakien ja asetusten mukaisesti. Kaikkien tarvikkeiden tulee täyttää Suomessa käytössä olevien määräysten ja standardien vaatimukset. Edellä mainitusta standardeista ja määräyksistä poiketessa poikkeamista esittävän täytyy pystyä selkeästi näyttämään, että muutokset vastaavat standardien vaatimuksia.

Kohteissa käytetään vain CE –merkittyjä laitteita ja tuotteita.

Kaikissa laitteistojen asennuksissa noudatetaan laitevalmistajan asennusohjeita. Laitteistojen keskinäinen sähkömagneettinen yhteensopivuus varmistetaan noudattamalla erillisten järjestelmien asentamista koskevia vaatimuksia ja standardeja.

Jos jokin taho haluaa vaihtaa suunnitelmissa esitettyjä tarvikkeita tai järjestelmiä, kaikki muutokset pitää hyväksyttää ennakoon tilaajalla ennen kuin hankintoja tehdään työmaalle. Vastaavuuden todistamisvelvollisuus ja vastuu muutoksista on muutoksen esittäjällä.

Kaikki sähköjen rasiakalusteet peitelevyineen ovat yleisesti Suomesta saatavaa mallia. Rasiakalusteet ja peitelevyt ovat aina samaa sarjaa. Oletusväri on valkoinen.

Suunnittelija/urakoitsija toimittaa aina rakennuttajan hyväksyttäväksi kaikki tarvikkeiden ja laitteiden mallit ja värit, joita suunnitelmassa ei ole erikseen tyypitetty. Sähkökojeiden ja LVI-laitteiden tekniset tiedot pitää hyväksyttää kaikissa tilanteissa.

Sähkötarvikkeina voidaan käyttää vain tuotteita, joiden huollon ja varaosien saanti on varmasti turvattu tuotteen elinkaaren ajan. Suomessa vallitsevat asennusolosuhteet on otettava huomioon, kun valitaan tarvikkeita kohteeseen. Näitä asioita ovat esimerkiksi soveltuvuus Suomalaiseen rakentamistapaan sekä asennuspaikan lämpötilat yms. muut tämän tyyppiset asiat.

Laitteista ja tarvikkeista jotka toimitetaan työmaalle, on toimitettava tyyppihyväksyntäpäätökset tai jokin muu vastaava dokumentti.

Asuinrakennusten erikoistilojen sähköistyssuositukset:

- Huoneistot:
 - Huoneistojen kiukaille asennetaan puolikiinteät liitännät. Kaapeloinnit ja kytkennät kiuasvalmistajan ohjeistuksen mukaisesti.
 - Huoneistojen liesille asennetaan puolikiinteät liitännät.
 - Liesituulettimelle asennetaan pistotulppa sekä ohjauskaapeli (varmistetaan LVI-suunnitelmista tapauskohtaisesti)
 - Mahdolliset automaatiolaitteistot LVI-suunnitelmien mukaisesti
- Pesulan laitteet:
 - Pesulan koneille asennetaan erilliset turvakytkimet. Turvakytkimet sijoitetaan niin että ne jäävät näkyville eivätkä sijaitse koneiden takana.
 - Mankelille asennetaan pistorasia ja pistotulppa
 - Kuivauskojeille asennetaan puolikiinteät liitännät
- Yhteissaunojen kiuas:
 - kiukaalle ohjaus erillisestä ohjauskeskuksesta. Ohjauskeskuksesta VAK kärkietä mahdollisuus.
 - Kiuas suojataan termostaattiohjauksella. Termostaatin sijoittelussa huomioidaan raittiin ilman sisääntulo. Raitisilmavirtaus ei saa vaikuttaa anturin toimintaan.
 - Kiuas suojataan kiukaan yläpuolelle tulevalla turvakytkimellä, joka katkaisee kiukaan virran heti kun kiukaan päälle tipahtaa jotain sinne kuulumatonta.
- Hissit:
 - Syöttö ja maadoitus laitevalmistajan ohjeiden mukaisesti
 - Hissin hälytystieto viedään hissipäivystykseen GSM-yhteydellä (puheyhteys).
- Rakennuksen inva-wc:t
 - Hätäkutsujärjestelmä (samaa kalustesarjaa kuin muutkin sähköt)

4.1.3 Yleiset asennusohjeet

Uppoasennuksessa noudatetaan ST-käsikirjan 34 lukua 2. Pinta-asennuksessa tulee käyttää muovivaippajohtoa ja muovivaippajohtovarusteita. Yleisissä tiloissa näkyvillä osuuksilla suositellaan asennettavaksi pinta-asennusjohdot taustaseinän väriin polttomaalattuja alumiinisia johtokanavia/peitelistoja käyttäen.

Sähkökalusteiden asennuskorkeuksissa ja sijoittelussa on huomioitava kaluste- ja märkätilapiirustukset, seinäprojektiot, alakatot sekä koteloinnit. Rakenteiden taakse jääville laitteistoille jätetään riittävän kokoiset aukot laitteistojen huoltoa sekä tarkastusta varten.

Kiinnikkeinä suositellaan käytettäväksi tukevia muovikiinnikkeitä, valkeaksi polttomaalattuja metallikiinnikkeitä sekä ruostumattomia ruuveja. Useamman kuin kolmen kaapelin kulkiessa rinnakkain tulee kaapeleiden kiinnitykseen käyttää rivikiinnikkeitä. Kiinnikkeiden aluskiskoihin jätetään tilavarausta n. 30 % jälkiasennuksia varten.

Kaapeloinnit (kaikki) kiinnitetään asennusalustaan. Tästä voidaan poikea vain asennuksissa vaakasuoralle alustalle esim. kaapelikanavaan-, kouruun tai -putkeen. Kiinnikkeiden välimatkat ovat kevyillä kaapeleilla (*johtimen poikkipinta enintään 6 mm² kuparia tai 10 mm² alumiinia*) seuraavat:

- vaakasuorassa max. 0,25 m
- pystysuorassa max. 0,5 m.
- Raskaalla kaapelilla kiinnikkeiden välimatka on 20–25 kertaa kaapelin ulkohalkaisija.
- Pystysuorien kanavien kaapeleiden suurin kiinnityspisteiden etäisyys on 3m.
 - Asennusaukkojen kohdalla kaapelit kiinnitetään vedonpoistajilla ja aukot palomassataan ja tukitaan rakenteen paloluokkaa vastaavaksi.

Kaikki rakenteiden läpivientiosat, tarvikkeet ja järjestelmät (esim. kaikki kaapeliläpiviennit) tiivistetään asianmukaisesti rakenteita vastaavaksi. Huomioidaan mm. palo-osastointi, ääni- ja veden/kosteuden eristys.

4.1.4 Sähköliittymä

Kiinteistö liittyy tontinrajalla paikallisen jakeluverkkoyhtiön pienjänniteverkkoon 400/230V lähtökohtaisesti maakaapelein.

Sähköliittymän koon määrittää/mitoittaa kohteen sähkösuunnittelija. Liittymisessä ja liittymän kytkennöissä noudatetaan paikallisen jakeluverkkoyhtiön liittymisehtoja ja ohjeistuksia.

Kohteen urakoitsija, huolehtii, että rakennuttaja tekee liittymissopimuksen ajoissa ja sopii jakeluverkkoyhtiön kanssa liittymisajankohdan. Liittymisajankohta määräytyy kohteen aikataulun sekä rakennustyön edistymisen mukaan.

Mikäli liittymiskaapelit kulkevat rakennuksen sisällä yli 5m matkan tai kerroksesta toiseen, ne palokoteloitaan riittävän palonkestoisuuden omaavalla kotelolla pääkeskukselle asti koko matkalta.

4.1.5 Pääjakelujärjestelmä ja nousukaapelointi

Sähköjakelu toteutetaan TN-S järjestelmällä (5-johdinjärjestelmä). Nousujohtona käytetään ns. 4 ½ -johdin kaapeleita, joissa vaihe- ja nollajohdot ovat yhtä suuria poikkipinnoiltaan.

Pää- ja nousujohtoina käytetään CU kaapeleita 16mm² poikkipintaan asti. Sitä suuremmat kaapelit toteutetaan Al-kaapeleilla, joissa kaikki pääjohtimet ovat samaa poikkipintaa.

Nousukaapeleiden koot määritetään keskuksien nimellisvirtojen (In) perusteella. Verkosto mitoitetaan 30% laajennusvara huomioiden.

Pääkaapeloinnit toteutetaan oletuksena MMJ-, MCMK- tai AMCMK kaapeleilla. Mitoitusteknisistä syistä kaapelityypeistä voidaan poiketa.

4.1.6 Sähkökeskukset

Kohteeseen toteutetaan sähköpääkeskus (SPK) ja tarvittava määrä jakokeskuksia, mittauskeskuksia sekä ryhmäkeskuksia. Kaikki keskukset, nousukaapelit sekä liittämiskaapelit mitoitetaan 30% laajennusvara huomioiden.

Kiinteistön sähköpääkeskus sijoitetaan maatasokerrokseen esteettömästi **luoksepäästävään** tekniseen tilaan. Pääkeskuksen rakenne toteutetaan kehikko, kotelo- tai kennorakenteisena riippuen keskuksen koosta ja sijainnista. SPK ja jakokeskukset varustetaan 2kpl 16A ja 1kpl 32A kolmivaihepistorasioilla sekä 3kpl 16A yksivaihepistorasioilla.

Verkkoyhtiön mittareita sisältävät keskukset (mittauskeskukset) sijoitetaan lähtökohtaisesti SPK:n kanssa samaan tilaan. Mikäli mittauskeskuksia halutaan sijoittaa eri paikkaan, asia täytyy aina hyväksyttää paikallisella jakeluverkkoyhtiöltä kirjallisesti.

Erikoistilojen keskukset (esim. liiketila) toteutetaan liiketilaan tulevan operaattorin ohjeistuksien mukaisesti. Mikäli operaattori ei ole tiedossa, keskukset ovat tavanomaisia jako/ryhmäkeskuksia.

Huoneistoihin asennetaan tavanomainen IT-osalla varustettu ryhmäkeskus. Keskus sisältää vikavirtasuojat sekä johdonsuoja-automaatit. Ryhmäkeskukset sekä niiden kaapeloinnit suojataan tarpeen mukaisesti metallisella suojalevyllä.

Pääkeskustilaan sijoitetaan metallinen tilava säilytyskaappi, joka sisältää varasulakkeita minimissään 3 kpl kutakin käytössä olevaa kokoa, hihasuojalla varustettu kahvasulakkeiden vaihtokahva, keskusten kansien avaimet sekä kohteen kaikki sähköpiirustukset asianmukaisesti mapitettuna.

4.1.7 Sähkönmittausjärjestelmä

Sähkönmittaus toteutetaan verkkoyhtiön KWH-energiamittareilla. Huoneistojen KWH-mittarit sijoitetaan erilliseen mittauskeskukseen. Mikäli tästä poiketaan, asia hyväksytetään paikallisella jakeluverkkoyhtiöllä.

Kiinteistösähkön ja erikoistilojen KWH-mittarit sijoitetaan lähtökohtaisesti sähköpääkeskukseen.

Kaikki verkkoyhtiön mittaukset sijoitetaan lähtökohtaisesti samaan tilaan kuin sähköpääkeskus. Mikäli tästä poiketaan, asia täytyy hyväksyttää paikallisella jakeluverkkoyhtiöllä. Verkkoyhtiön mittauksia sisältäviin tiloihin täytyy olla selkeästi opastettu esteetön pääsy.

4.1.8 Maadoitukset

Rakennuksen maadoitus ja potentiaalintasausjärjestelmä toteutetaan voimassa olevien SFS6000 standardien ja määräysten mukaisesti.

Maadoituselektrodi toteutetaan lähtökohtaisesti perustusmaadoituselektrodilla, joka kiertää rakennuksen ympäri. Elektrodin täytyy olla yhteydessä perusmaahan. Potentiaalintasaus ja maadoitusjärjestelmä rakennetaan maadoituskaavion ja suunnitelmien mukaisesti.

Maadoitusjärjestelmän päämaadoituskisko sijoitetaan pääkeskustilaan sähköpääkeskuksen viereen. Kaikki maadoitus ja potentiaalintasauskiskostot tulee olla tehdasvalmisteisia.

Maadoitusjärjestelmään liitetään kaikki kiinteistön kaapelihyllyt, johtokanavat, vesi- ja lämpö-johtoputkistot, ilmastointikanavat, raudoitus, tarvittavat erikoislaitteet jne. Tietoverkkojärjestelmän räkit ja jakamot maadoitetaan laitevalmistajan ohjeiden mukaisesti. Kaikki erikoislaitteet maadoitetaan laitevalmistajan ohjeiden mukaisesti (esim. hissi, IV-koneet jne.).

4.1.9 Asennus- ja apujärjestelmät

Kaapelihyllyjärjestelmä

Suositukset tekniset tilat ja piiloon jäävät hyllyt:

- Teräsrakenteiset ja galvanoidut tikashyllyt
- Tehdasvalmisteiset hyllyt
- Niillä alueilla, joissa kaapelihylly jää alakaton peittoon käytetään teräksisiä tikashyllyjä.
- Kaikki kiinnikkeet, kannakkeet ja lisätarvikkeet hyllyjen kanssa samaa sarjaa

Suositukset näkyville jäävät hyllyt:

- Valkoinen levyhylly (väri tarkistetaan tapauskohtaisesti)
- Tehdasvalmisteiset hyllyt
- Kaikki kiinnikkeet, kannakkeet ja lisätarvikkeet hyllyjen kanssa samaa sarjaa

Hyllyjen taipuma ei saa ylittää 1:200 arvoa. Kiinnityksen kestävyys min. 100kg pistevaimia.

Erikoistiloissa (esim. liiketila) levyhyllyjen väri varmistetaan tilakohtaisesti arkkitehdin ja tilaajan kanssa. Kaikki hyllyjärjestelmän tarvikkeet tulee olla tehdasvalmistettuja osia.

Mahdollisilla pystyosuuksilla käytetään tikashyllyjä, jotka on tarkoitettu pystyasennuksiin. Pystyosuuksilla kaapelit kiinnitetään metallisilla kaarikiinnikkeillä.

Yhteisillä hyllyillä vahvavirta- ja heikkovirtakaapelit erotetaan toisistaan metallisella jakolevyllä.

Kaikki laitteet ja kaapelit kiinnitetään hyllyyn em. ohjeistuksen mukaisesti. Kiinnittämistä toisiin kaapeleihin yms. ei sallita. Kaapelihyllyihin ja ripustuskiskoihin käytetään järjestelmään kuuluvia asennusaloja mm. jakorasioiden ja pistorasioiden kiinnitystä varten.

Turvajärjestelmien kaapeloinnit (mm. savunpoisto) asennetaan palonkestävästi erilleen muista kaapelista. Turvakaapelointien kaapelointireitit toteutetaan palonkestävillä kannakkeilla sekä teräksisillä johtoteillä.

Johtokanavajärjestelmä

Johtokanavaksi suositellaan valkoiseksi polttomaalattua alumiinista johtokanavaa. Johtokanavassa on omat johto-osa heikkovirtakaapeleille vaakaosuuksilla ja pystyosuuksilla. Yleisien tilojen näkyville jäävien johtokanavien väri varmistetaan arkkitehdiltä tai tilaajalta.

Ilmankierron varmistamiseksi ikkunaseinien johtokanavat asennetaan aina kannakkeilla irti seinästä sekä varustetaan peitesäleillä. Kaikki johtokanavat varustetaan päätylevyin. Päätylevyt, kiinnikkeet, liitososat ja peitesäleet aina johtokanavan kanssa samaa sarjaa sekä väriä.

Pinta-asennuslistat

Sähköasennuksissa voidaan käyttää pinta-asenteisia asennuslistoja, jos uppoasennusta ei voida toteuttaa esim. rakenteellisten syiden vuoksi. Listoina käytetään tarpeeseen parhaiten sopivaa listamallia. Kaikki asennuslistat täytyy kiinnittää rakenteeseen ruuvaamalla. Pelkkää liimausta ei sallita.

Valaisinripustuskiskot

Valaisinripustuskiskoina käytetään valkoiseksi polttomaalattuja kiskoja. Kiskojen leveys 120 mm teknisissä tiloissa. Muissa tiloissa kiskojen leveys on 80mm.

Yleisissä tiloissa myös valaisinripustuskiskojen kannakkeet, kierretangot tai vaijerit tulee olla valkoisia. Mikäli valkoista tuotetta ei ole saatavilla, tuotteet maalataan saman sävyiseksi.

Valaisinripustuskiskojen taipuma kannatusvälillä ei saa ylittää arvoa 1:200. Kannatus vähintään kuormituksella 10 kg/m.

Asennus elementeissä, hormeissa ja ontelolaatoissa

Betoni-, ELPO- ja lämpöranka- ja muihin tehdasvalmisteisiin elementteihin tehdään reiät, rasiot, putkitukset ja liitoskolot elementtitehtaalla. Sähkövarausten merkintä elementteihin tehdään elementtisuunnittelijan, sähkösuunnittelijan tai rakennesuunnittelijan toimesta.

Ontelolaattakatoissa kaapeliasennukset tehdään onteloita hyödyntäen. Ontelolaattojen tyyppihyväksynnän vaatimus ja palonkestävyysajat eivät saa missään tilanteessa heikentyä. Onteloissa käytetään muovivaippakaapeleita. Tarvittaessa ontelolaattojen päädyissä voidaan käyttää tarvittaessa isommalle asennusputkimäärälle ontelolaattavalmistajan toimesta tehtyä "SUR" uraa eli elementissä olevaa loveusta. Sähkösuunnittelija merkitsee SUR-urat kohteen reikäkiertovaiheessa suunnitelmiin.

Betonielementtien ja ontelolaattojen päätysaumoihin saa suunnitella rakennesuunnittelijan hyväksymän määrän asennusputkia (3kpl). Laattojen välisiin sivusaumoihin saa suunnitella rakennesuunnittelijan hyväksymän määrän asennusputkea (2kpl).

Kaikki em. rakenteisiin tulevat suunnitelmat tulee aina hyväksyttää rakennesuunnittelijalla.

Reikäkierto ja elementtien sähkövaraukset

Sähkövarausten merkintä elementteihin tehdään elementtisuunnittelijan, sähkösuunnittelijan tai rakennesuunnittelijan toimesta. Elementtien sähkövarauksien piirroksessa noudatetaan Betoniteollisuus ry laatimaa yleisohjetta "Betonielementtien sähköasennukset 2012" tai tästä toteutettua uusinta versiota sekä rakennesuunnittelijan/elementtitoimittajan toimittamia elementtien merkintäohjeita. Muiden elementtien (esim. ELPO) sähkömerkinnöissä noudatetaan elementtitoimittajan ja rakennesuunnittelijan toimittamia ohjeistuksia.

Kohteista laaditaan aina reikäkierto, jonka rakennesuunnittelija laittaa alulle. Rakenteisiin tulevat sähköreiät merkitään rakennesuunnittelijan laatimaan ja talotekniikkasuunnittelijoille toimitettuun erilliseen reikäkiertopohjaan tai IFC-malliin. Reikäkierto toteutetaan kohteen rakennesuunnittelijan tai tilaajan määrittämällä tavalla. Sähkösuunnittelija merkkää reiät ja mahdolliset SUR-urat reikäkierron kuvaan LVI-suunnittelijan jälkeen sekä tekee lopullisen yhteensovituksen reikäkierrolle.

4.2 KIIINTEISTÖN LAITTEIDEN JA LAITTEISTOJEN SÄHKÖISTYS

4.2.1 Pistorasiat

Asuinhuoneistoissa käytetään oletuksena uppoasenteisia sähkökalusteita. Teknisissä tiloissa käytetään pinta-asenteisia kalusteita. Sähkökalusteiden IP- sekä IK-luokitus määräytyvät tilan käyttötarkoituksen mukaisesti.

Äänieristysseinään vastapuolille tuleviin rasioihin täytyy jättää riittävä väli tai asentaa rasiat eri runkotolppien väliin äänieristyksen säilyttämiseksi. Paloseiniin asennettavat rasiat oltava palorasioita, jotka täyttävät rakenteen vaatiman paloluokan.

vahvavirta- ja telepistorasiat asennetaan omien peitelevyjien alle toisistaan erilleen, mikäli peitelevyjä ei pystytä poistamaan jännitteisiä osia paljastamatta.

Pistorasiat, joita ei ole suojattu vikavirtasuojakytkimellä (≤ 30 mA), merkitään pistorasiaa käyttävän laitteen mukaisesti esim. "vain jääkaapille". Merkinnässä voidaan käyttää tarraa tai muuta selkeää merkintätapaa.

Lattioihin sijoitettavat pistorasiat toteutetaan joko upotettavia metallirakenteisia pistorasiayksiköitä tai lattiakoteloita käyttäen. Lattiapistorasioiden kaapelit putkitetaan.

Yleispistorasiat:

- Porrashuoneisiin suositellaan siivouspistorasiat 1-2 kpl / krs.
- Siivouspistorasioiden sijoittelu niin, että kaikki tilat on mahdollista siivota.
- Sähkösuunnittelija määrittelee yleispistorasioiden määrän ja sijainnit
- Kaikki 3-vaihepistorasiat ovat viisinapaisia.

Suosittelavat pistorasiamäärät huoneistoihin:

- Keittiön välitila: 2-3kpl 2-os. pistorasioita
- Erilliskeittiö: 1kpl 2-os pistorasia antenni/atk rasian yhteyteen.
- Olohuone: 3-5kpl 2-os. pistorasioita, joista 2kpl antenni/atk rasian yhteyteen.
- Makuuhuoneet: 2-3kpl 2-os. pistorasioita, joista 1kpl antenni/atk rasian yhteyteen.
- Eteinen: 1kpl 2-os.pistorasia
- Parveke: 1kpl 2-os. pistorasia
- Erillinen WC 1kpl 2-os pistorasia
- Kylpyhuone: 1kpl **2-os** pistorasia, (ppk/kvr) 2kpl 1-os pistorasiaa

4.2.2 Autonlämmityspistorasiat

Lähtökohtaisesti kaikille pysäköintipaikoille suunnitellaan autonlämmityspistorasiat. Asia varmistetaan tapauskohtaisesti jokaisessa hankkeessa.

Lämmityspistorasiakotelon tulee sisältää pistorasiat, ajastimet, 2kpl 16 A:n sulakkeet jotka ovat vikavirtasuojan takana. Yksi tolppa palvelee kahta autopaikkaa. Vikavirtasuojakytkimien on oltava tyyppiä A (SFS-EN 61008-1). Kotelot varustetaan ketjutettavaa maakaapelisyöttöä varten.

4.2.3 Sähköautojen latausjärjestelmä

ST-käsikirja 41 Sähköajoneuvot ja latausjärjestelmät

Sähköautojen latausjärjestelmän toteuttamisessa noudatetaan voimassa olevia lakeja sekä ohjeistuksia. Autopaikoille tehdään minimissään kaapelointivaraus sekä riittävät varaukset sähkökeskuksiin (nimellisvirta In, kuormanhallinta, sulakelähdöt, tarvittavat tilavaraukset lisäkeskuksille jne.).

Latausjärjestelmän toteuttaminen varmistetaan tapauskohtaisesti jokaisessa hankkeessa.

Laki rakennusten varustamisesta sähköajoneuvojen latauspisteillä ja latauspistevalmiuksilla: (*Laki rakennusten varustamisesta sähköajoneuvojen... 733/2020 - Säädökset alkuperäisinä - FINLEX®*)

“Uuden asuinrakennuksen yhteyteen, jossa on enemmän kuin neljä pysäköintipaikkaa, on asennettava latauspistevalmius siten, että jokaiseen pysäköintipaikkaan voidaan myöhemmin asentaa latauspiste.

Sellaisen laajamittaisen korjauksen kohteena olevan asuinrakennuksen yhteyteen, jossa on enemmän kuin neljä pysäköintipaikkaa, on asennettava latauspistevalmius siten, että jokaiseen pysäköintipaikkaan voidaan myöhemmin asentaa latauspiste.

Tarkennukset:

1) latauspistevalmiudella putkitusta tai muita johtoteitä, joihin voidaan myöhemmin asentaa tarvittava kaapelointi sähköajoneuvojen latauspisteitä varten, sekä kaapelointia sähköajoneuvojen latauspisteitä varten;

2) asuinrakennuksella asumiskäyttöön tarkoitettua rakennusta, jonka kerrosalasta vähintään puolet on asumiskäytössä;

3) laajamittaisella korjauksella korjausta, jossa rakennuksen vaippaan tai rakennuksen tekniisiin järjestelmiin liittyvien korjausten jälleenrakentamiskustannuksiin perustuvat kokonaiskustannukset ovat yli 25 prosenttia rakennuksen arvosta, rakennusmaan arvo pois lukien”

4.2.4 LVI-laitteiden ja -laitteistojen sähköistys

LVI-laitteistot määritellään LVI-suunnitelmissa. Kohteeseen tulee luetteloissa, kaavioissa esitetyt sähkönsyöttö-, hälytys-, ohjauskaapeloinnit sekä käynnistin- ja liitäntälaitteet.

Pistotulppaliitäntäisiä laitteita varten asennetaan pistorasiat ja muita laitteita varten turvakytkimet.

Turvakytkimet asennetaan laitteiston syöttökaapeliin laitteen välittömään läheisyyteen. Ulkotiloissa turvakytkimet suojataan metallisella lipalla tai katoksella lunta ja jäätä vastaan. Turvakytkimeen merkitään selkeästi mitä laitetta turvakytkin palvelee.

IV-hätäpysäytysjärjestelmä toteutetaan LVI-suunnitelmien sekä paloteknisen suunnitelman mukaisesti. Hätätapaus voidaan toteuttaa ohjelmallisesti tai ”kovalle” puolelle.

Taajuusmuuttajakäyttöiset moottorit on kaapeloitava EMC-häiriösuojatulla kaapelilla ja käytettävä EMC-suojattuja turvakytkimiä ja holkkitiivisteitä. Yksinopeus moottorit kaapeloidaan normaalilla kaapelilla.

Yleisimpiä LVI-laitteistoja erityyppisissä kiinteistöissä:

- Lämmitysjärjestelmä (mlp, kaukolämpö tms.)
- erillispoistoja
- kiertoilmakojeita
- pumppaamoja
- tulo- ja poistoilmastointikoneita
- puhallinkonvektoreita
- vakioilmastointilaitteita
- Kosketusvapaat pesuallashanat
- Elektroniset hanat
- (Jakotukit, termostaatit, IMS-pellit, palopellit, anturit,...)

4.3 VALAISTUS JA SÄHKÖLÄMMITYSJÄRJESTELMÄ

4.3.1 Valaistusjärjestelmät

Sisävalaistus toteutetaan pääosin valaistusstandardin SFS-EN 12464-1 suositusten mukaisena. Valaistusjärjestelmä simuloidaan Dialux-ohjelmistolla yleisten tilojen osalta sekä mallihuoneiston osalta.

Huoneistot:

Asuinhuoneiston valaistus toteutetaan valaisinpistorasioilla sekä kiinteillä LED-valaisimilla. Valaisinten sijoittelu ark-suunnitelmissa esitetyn huoneiston pohjan ja kalusteiden mukaisesti. Huoneiston valaisimia ohjataan ovenpielissä sijaitsevilla kytkimillä.

Suosittelavat huoneistojen valaisinmäärät:

- Keittiön välitila: led-nauha työtasojen yläpuolelle.
- Erilliskeittiö: 1-2 kpl kattokoukku
- Olohuone: 1-3kpl kattokoukku
- Makuuhuoneet: 1kpl kattokoukku
- Eteinen: 1-3 kpl kiinteä LED SPOT -valaisin
- WC-tilat/kylpyhuone: 1-2kpl kiinteä LED SPOT-valaisin ja 1kpl peilivalaisin
- Vaatehuone: 1kpl kiinteä LED SPOT -valaisin
- Huoneistosauna: 1kpl siivousvalaisin

Muut tilat:

Pienet tilat (wc-tilat, siivoushuoneet jne.) varustetaan LED-valaisimilla, joissa on integroidut liike-tunnistimet.

Isommat tilat (pyörävarastot, porraskäytävät, LVV, häkkivarastot jne.) varustetaan LED-valaisimilla sekä tarvittavalla määrällä liike-tunnistimia. Sähkösuunnittelija katsoo tarpeeseen parhaiten sopivan valaisimen sekä tunnistinmallin.

Yleisten tilojen valaistusta ohjataan läsnäoloon- ja tiloissa kulkemiseen perustuvalla valaistuksen ohjauksella.

Valaisinten IP- ja IK- luokitus määräytyy tilojen ja käyttötarkoitusten mukaisesti.

Liike-tunnistimien tulee olla varustettu hämähäkytkimillä. Liike-tunnistimella varustettuja valaisimia tulee asentaa tarvittava määrä siten, että kerrostasanteen kaikkien huoneistojen ovet sekä hissi ja portaat ovat tunnistimien reagointialueella. Porraskäytävän valaistus toteutetaan kerroskohtaisella liike-tunnistinohjauksella ja pääosin valaisimeen integroituna.

Lisäksi on suunnittelussa huomioitava portaiden valaistus niin, ettei portaita laskeuduta/nousta pimeään. Kriittiset kohteet kuten sisäänkäynnit, portaat, luiskat, hissit ja opasteet tulee valaista erityisen hyvin.

Talosaunojen puku- ja pesuhuone valaistaan led-valaisimin (roiskeveden kestävä valaisin pesuhuoneeseen). Saunan siivousvalaisin sijoitetaan lauteiden alle sivuseinälle alle 1m korkeuteen. Pesutilojen sekä saunan valaistuksen ohjaus kytkimillä.

Erikoistilojen, joihin tulee ulkopuolinen operaattori (liiketilat tms.) valaistus suunnitellaan operaattorin vaatimusten mukaisesti. Jos operaattorista ei ole tietoa, tiloihin suunnitellaan perusvalaistus led-valaisimilla sekä liiketunnistin ohjauksella.

Hissikuilun valaistuksen on täytettävä voimassa olevat määräykset ja huomioitava että hissien edustalla valaistuksen taso täyttää sille asetetut vaatimukset.

Ulkotilat:

Piha-alueen valaistus toteutetaan seinävalaisimin ja valaisinpylväin. Kiinteistön ulkoseiniin ja -katoksiin tehdään sisäänkäyntejä ja kulkuteitä palveleva ulkovalaistus. Numerovalot ja portaiden tunnusvalot sijoitetaan arkkitehdin määrittämiin paikkaan.

Valaistuksen ohjaus VAK- tai astronomisen kellokytkimen kautta.

Piha-alueet tulee jäsenellä ja valaista siten, että toiminnot sijoittuvat alueelle luontevasti tontin ominaispiirteitä hyödyntäen. Kaapelikaivannoissa on hyvä ottaa huomioon, että tontilla jo olemassa olevia elinkelpoisia ja terveitä puita tulee mahdollisuuksien mukaan säilyttää.

Piha-alueen valaisinten ja sähkölaitteiden suunnittelussa tulee huomioida iskunkestävyys, huollettavuus, viihtyisyys, turvallisuus, esteettömyys ja riittävä valaistus.

Pihavalaisimien valinnassa ja sijoituksessa tulee varmistaa, etteivät ne aiheuta kiusahäikäisyä sisälle eivätkä häikäise pihalla kulkijaa. Valaistus pihan kulku- ja oleskelualueella on tasainen, riittävän voimakas ja häikäisemätön.

4.3.2 Sähkölämmitysjärjestelmät

Kiinteistön märkätilat, kuten talosauna, asuinhuoneistojen kylpyhuoneiden ja WC-tilojen laatoitetut lattiat voidaan varustaa sähköisellä mukavuuslattialämmityksellä. Lämmitystä ohjataan tilakohtaisesti yhdistelmä- termostaatilla. Kylpyhuonetilat varustetaan termostaatilla, joissa on lattia-anturi.

Kiinteistön kattojen sadevesikouruihin, kattokaivoihin ja parvekelinjojen sisällä kulkeviin syöksytorviin voidaan asentaa sulanapitolämmitykset syöksytorvien koko pituudelta. Syöksytorvien sulanapitokaapelin täytyy mennä kaivoon routarajan alapuolelle. Piha-alueen putkistojen saattolämmitykset toteutetaan LVI-suunnitelmien vaatimusten sekä tilaajan vaatimusten mukaisesti.

4.4 TELE JA OHJAUSJÄRJESTELMÄT

4.4.1 Tietotekniset järjestelmät, Yleiskaapelointi- ja antennijärjestelmät

Yleiskaapelointijärjestelmä

Kiinteistöön suunnitellaan uusimman viestintäviraston sisäverkkomääräys 65 vaatimukset täyttävä yleiskaapelointijärjestelmä (CAT6). Yleiskaapelointijärjestelmä toteutetaan ja suunnitellaan uusimman viestintäviraston määräyksen, standardisarja SFS-EN 50173-2, SFS-EN 50173-4, ST-kortin ST-käsikirja 16 ja ST 681.xxx julkaisut, piirustuksissa esitettyjä erityisohjeiden ja vaatimusten sekä järjestelmätoimittajan asennusohjeita noudattaen. Jakamoiden liitinpaneelit numeroidaan kortin ST 681.41 ohjeiden mukaisesti.

Järjestelmän liittymispiste on talojakamo. Järjestelmään toteutetaan tarvittava määrä alijakamoita sekä huoneistojen ryhmäkeskuksien IT-osaan tulevia alijakamoita.

Kaikki järjestelmän osat kaapelointineen tulee olla saman kategorian mukaisia. Järjestelmän potentiaalintasaus tehdään viestintäviraston määräyksen sekä laitevalmistajan ohjeiden mukaisesti.

Porrashuoneisiin 1kpl yleiskaapelointipisteitä infotauluille. Erikoislaitteille tuodaan 1kpl/laite yleiskaapelointipisteitä tarvittaessa.

Yleiskaapelointijärjestelmä testataan ja dokumentoidaan standardisarjan SFS-EN 50174 sekä SFS-EN 50346 mukaisesti.

Antennijärjestelmä

Antennijärjestelmä suunnitellaan uusimman viestintäviraston määräyksen, ST-käsikirja 12 ja ST621.xxx ohjeistuksien mukaisesti.

Kiinteistöön suunnitellaan viestintäviraston sisäverkkomääräyksen vaatimukset täyttävä antennijärjestelmä. Jakoverkko rakennetaan tähtiverkkona (Tähti 1000).

Antennijärjestelmä toteutetaan kaapeli-TV teleliittymän talokaapelin kautta. Jokaiseen huoneistoon asennetaan oma alijakamo ryhmäkeskuksen IT-osassa. Talojakamo sijoitetaan 1. kerroksen tekniseen tilaan.

Kiinteistö suositellaan varustettavan määräysten mukaisella yleiskaapelointiverkolla, sisältäen asunnoille asti yksimuotokuitukaapeloinnin. Runkojohdot talojakamosta jokaiseen asunnon ristikytkentäelineeseen Cat6-, kuitu (4-os yksimuoto)- ja antennikaapeleilla.

Väestönsuojien hätäpuheluita varten suositellaan suunniteltavan GSM-verkon laajennus väestösuojatiloihin GSM-toistimilla, jotka koostuvat passiivisista ulko- ja sisäantenneista sekä välikaapeleista.

Lisäksi suositellaan tehtävän tila/putkitusvaraukset koko rakennuksen kattavalle GSM-sisäpeittoantennille sekä määräysten vaatiessa myös VIRVE järjestelmälle.

4.5 Palo ja tilaturvallisuus järjestelmät

4.5.1 Paloturvallisuusjärjestelmät

Suunnittelussa noudatetaan Sisäministeriön pelastusosaston ohjeita palovaroittimien teknisistä ominaisuuksista ja sijoittamisesta. Asuntojen ilmaisimien määrä on oletuksena 1kpl/alkavaa 60m² kohden. Suunnittelija varmistaa järjestelmän laajuuden paikalliselta pelastusviranomaiselta. Suunnittelija laatii palovaroitin/ilmaisinsuojausalue- tai vaikutusaluekartat.

Varoittimet ja ilmaisimet ovat pääsääntöisesti savuun tai lämpöön reagoivia. Ilmaisimet on akku- tai paristovarmennettuja ja kytketty 230Vac sähköverkkoon.

Asuntoihin ja porraskäytävien ylä- sekä välitasanteille asennetaan sähköverkkoon liitetyt ja akkuvarmennetut palovaroittimet tapauskohtaisesti.

4.5.2 Turva- ja poistumistievalaistusjärjestelmä

Järjestelmän suunnittelussa noudatetaan paikallisen paloviranomaisen sekä standardien ja ST-kortistojen vaatimuksia sekä ohjeistuksia.

Kellaritiloihin ja tornitaloihin (yli 10krs) suunnitellaan aina turva- ja poistumistievalaistus. Muissa kohteissa asia varmistetaan paikalliselta paloviranomaiselta.

Poistumistie- ja turvavalaisinten sijoittelu käydään läpi yhteistyössä arkkitehdin- ja paloteknisen suunnittelijan kanssa.

Järjestelmä tulee olla akkuvarmennettu. Voidaan käyttää keskusakullista tai yksikköakullista järjestelmää.

Valaistusvoimakkuusvaatimukset ohjeistuksien ja määräysten mukaisesti tilakohtaisesti.

4.5.3 Savunpoiston ohjaus ja valvontajärjestelmä

Savunpoistolaitteistot suunnitellaan LVI- ja paloteknisten suunnitelmien sekä laitevalmistajan ohjeiden mukaisesti.

Laukaisupainikkeet ja keskukset on sijoitettu paloteknisen suunnitelman mukaisesti.

Laitteistojen tulee olla CE-merkittyjä. Savunpoistolle omat palonkestävät kaapelointireitit ja kaapeloinnit.

Palopeltien merkinnät tulee toteuttaa niin, että hälyttävä pelti on paikannettavissa ilman rakenteiden sekä alakattojen avausta. Peltien ohjaus ja toiminta on esitetty LVI-kaavioissa.

4.5.4 Tilaturvallisuusjärjestelmät ja sähkölukitusjärjestelmä

Pääulko-ovet suositellaan varustettavan numerokoodi-sähkölukko laitteistoilla ja rakennus lukitusjärjestelmällä.

Ovipuhelinjärjestelmä toteutetaan tapauskohtaisesti. Jos järjestelmä toteutetaan, kiinteistöön asennetaan porrashuoneiden ulko-oville ovisummerit ja huoneistojen eteistilaan avauspainikkeet. Ulko-ovien sähkölukkoja ohjataan huoneistojen vastauskojeesta.

5 RAKENNUSAUTOMAATIOJÄRJESTELMÄT JA RATKAISUT

Rakennusautomaatiojärjestelmällä on merkittävä ja kasvava rooli rakennusten energiatehokkaan toiminnan ylläpidossa ja optimoinnissa. Rakennusautomaatiojärjestelmän tavoitteena on toteuttaa rakennuksen taloteknisten järjestelmien energiatehokasta, taloudellista ja turvallista toimintaa, sekä taata rakennuksen käyttäjille hyvät sisäolosuhteet. Järjestelmävalinnoissa suositetaan hyväksi ja toimivaksi havaittuja ratkaisuja, sekä pyritään välttämään sellaisia kokeellisia ratkaisuja, joiden toimivuudesta ei ole vielä kokemusta.

Rakennuksen automaatio- ja ohjausjärjestelmää koskevien määräysten mukaan sen on kyettävä:

- Jatkuvasti seuraamaan, kirjaamaan ja analysoimaan energian käyttöä sekä mahdollistamaan käytön mukauttaminen.
 - **Huomiona:** Edellyttää käytännössä riittävän laajaa mittarointia
- Tekemään vertailevaa analyysiä rakennuksen energiatehokkuudesta, havaitsemaan rakennuksen teknisten järjestelmien tehokkuuden heikkeneminen ja ilmoittamaan tiloista tai rakennuksen teknisistä hallinnoinnista vastaavalle henkilölle energiatehokkuuden parantamiseen liittyvistä mahdollisuuksista.
 - **Huomiona:** Ala-asemassa / Valvonta-alkeskuksessa (VAK) tämä voi olla haastava toteuttaa. Tämä on usein helpompi suorittaa pilvipalvelutasolla.
- Mahdollistamaan viestintä toisiinsa yhteydessä olevien rakennusten teknisten järjestelmien ja muiden rakennuksen sisäisten laitteiden kanssa
 - **Huomiona:** Valvomotasolla
- Yhteen toimimaan rakennusten teknisten järjestelmien välillä erilaisesta valmistajakohtaisesta teknologiasta, laitteista ja valmistajista riippumatta.

Rakennuksen automaatio- ja ohjausjärjestelmät valitaan tilaajan käytössä olevan järjestelmän mukaan. Laitteistovalinnoissa tulee huomioida, että ne ovat liitettävissä rakennusautomaatioon.

5.1 Rakennusautomaatio energiatehokkuuden ja elinkaaren näkökulmasta

Rakennusautomaatiojärjestelmän tehtävä on ohjata ja valvoa sitä, että rakennus toimii suunnitellulla tavalla. Vaikka rakennusautomaatiolla on merkittävä rooli rakennuksen ja sen taloteknisten järjestelmien elinkaaren, energiatehokkaan toiminnan, toimintavarmuuden ja turvallisuuden sekä hyvien sisäolosuhteiden näkökulmasta, ei sen huoltoon kuitenkaan usein kiinnitetä riittävästi huomiota. Ongelmaksi on havaittu takuuajan jälkeisten huoltojen puuttuminen, jolloin järjestelmään kohdistuvat huoltotoimet ovat keskittyneet ilmenneiden vikojen korjaamiseen. Lisäksi on havaittu, että järjestelmän hallinnoinnista vastaavat tahot ovat vaihdelleet, minkä seurauksena informaatio toistuvista hälytyksistä tai vikatiloista ei ole siirtynyt eteenpäin ja on päädytty tekemään toistuvia korjaustoimia ilman vian juurisyy selvittämistä.

Rakennusautomaatiojärjestelmän huolto ja ylläpito tulisi olla merkittävä osa rakennuksen huolto-ohjelmaa. Rakennusautomaatiojärjestelmän kokonaisvaltainen huolto ja ylläpito voidaan myös ulkoistaa erillisen huoltosopimuksen alle, jolloin rakennuksen automaatiojärjestelmä ja sen talotekninen toimivuus ovat asiantuntevan tahon jatkuvassa valvonnassa. Huoltosopimus on suositeltavaa laatia takuuajan jälkeen, ellei järjestelmän huollosta ja ylläpidosta voida muilla keinoin varmistua.

Tietoturvasta huolehtiminen on tärkeä osa rakennusautomaatiojärjestelmän toteutusta ja ylläpitoa. Rakennusautomaatiojärjestelmä tulee liittää turvallisesti verkkoon.

Rakennuksen energiatehokkuuden ylläpidon ja optimoinnin kannalta olisi hyvä, jos rakennusautomaatiojärjestelmästä saatavaa mittaustietoa voitaisiin verrata suunnitteluvaiheessa simuloituun energiankulutukseen (esimerkiksi IDAICE). Lämmöntuotannon laitteiden ja lämmitysverkoston eri osien energiankulutuksen seuranta voidaan tarkentaa esimerkiksi erillisillä energiamittareilla. Mitattua dataa verrataan ja suhteutetaan astapäivälukuun ja grafiikassa esitetään esimerkiksi kuukausitasolla simuloitu tavoitekulutus ja toteutunut kulutus.

Erityisesti asuntokohtaisten ilmanvaihtokoneiden toimintaa ja antureiden mittaustietoja (esim. lämpötila ja kosteus) tulisi pystyä seuraamaan keskistetyksi rakennusautomaation kautta. Asuntokohtaisissa ilmanvaihtokoneissa käyttäjällä on mahdollisuus vaikuttaa koneen ohjaukseen. Lisäksi lämpötila ja kosteusmittausten perusteella voidaan havaita poikkeavia sisäilmaolosuhteita, jos käyttäjä toiminnallaan aiheuttaa rakennukselle haitallisia sisäolosuhteita. Ilmanvaihtokoneiden liittäminen kiinteistösähköön estää koneen pysähtymisen, jos asukkaalta katkaistaan sähköt. Myös keskitetyn ilmanvaihdon kohteissa on suositeltavaa harkita asuntokohtaisia lämpötila- ja kosteusmittauksia, vaikka niillä ei ohjattaisikaan ilmanvaihtoa.

Vesimittareiden liittäminen rakennusautomaatioon mahdollistaa kulutus- ja vuotoseurannan suoraan rakennusautomaatiojärjestelmän kautta. Vedenkulutustietojen ja vuotoseurannan vienti rakennusautomaatiojärjestelmään laitevalmistajan omalta sovellusalustalta tulee huomioida rajapintojen yhteensovituksessa. Yleinen toimintatapa on, että mittaustiedot siirtyvät järjestelmätoimittajan pilvipalveluun, josta ne siirtyvät rakennettujen rajapintojen

kautta rakennusautomaatiojärjestelmään esimerkiksi laskutusta ja vuotohälytyksiä varten. Rakennusautomaation kautta voidaan tarvittaessa laatia myös kulutusraportit.

5.2 Ohjeita rakennusautomaation suunnitteluun

Rakennusautomaatio suositellaan toteutettavaksi keskitetyllä järjestelmällä, joka liitetään internettiin etäkäyttöä ja -valvontaa varten. Hälytystilanteissa vikailmoitus voidaan ohjata esimerkiksi GSM-viestillä eteenpäin huoltohenkilölle.

Valvonta-alakeskukset (VAK) ja keskusyksikkö voidaan sijoittaa teknisiin tiloihin. Alakeskukset varustetaan grafiikkapohjaisilla ohjauslaitteilla. Käyttöpaneeli tulee sijoittaa paikkaan, josta se on helposti havaittavissa ja käytettävissä. Alakeskusten mitoituksessa suositellaan huomioimaan tulevaisuuden laajennusvara (esim. 20%). Tulevaisuuden mahdollisista laajennustarpeista on suositeltavaa keskustella tapauskohtaisesti tilaajan kanssa.

Talotekniset laitteet voidaan liittää rakennusautomaatioon väyläliitännällä (esim. Modbus tai Bacnet) tai johdottaa erikseen (ns. riviliitinmalli). Taloteknisiä laitteita tulee pystyä ohjaamaan ja valvomaan rakennusautomaation kautta liitännätavasta riippumatta.

Suunnittelu edellyttää RAU- ja sähkösuunnittelun välistä yhteistyötä, jotta kaikki rakennusautomaatioon liittyvät sähkölaitteet voidaan huomioida RAU-suunnitelmissa.

Rakennusautomaatioon liitetään talotekniset laitteet, kuten **esimerkiksi**:

- Lämmityksen ja jäähdytyksen tuotannon laitteet (*säätö, ohjaus, mittaus, käyntitila, hälytys*)
- Ilmanvaihtokoneet (säätö, ohjaus, mittaus, käyntitila, hälytys)
- Erillispuhaltimet (säätö, käyntitila, hälytys, tarvittaessa ohjaus ja mittaus)
- Savunpoistoluukut ja -puhaltimet (*käyntitila, hälytys*)
- IV-hätäseis (käyntitila, hälytys)
- IMS-pellit (säätö, mittaus) ja ON/OFF-pellit (ohjaus, mittaus)
- Peltejä ohjaava anturit esim. paine, lämpötila, hiilidioksidi (*mittaus*)
- Palopellit (käyntitila, hälytys, tarvittaessa ohjaus)
- Vedenmittaukset ja poikkeavan vedenkulutuksen seuranta (*mittaus, hälytys*)
- Pumppaamot ja erottimet (*hälytys*)
- Lämmitys- ja sähköenergiankulutuksen mittaukset (*mittaus*)
- Lattialämmityksen / lattiaviilennyksen huonelämpötila- ja kosteusmittaukset (*mittaus, hälytys*)
- Sulanapidot (ohjaus, käyntitila)
- Kulunvalvonta (*käyntitila*)
- Ulko- ja pihavalaistukset (*ohjaus, käyntitila*)
- Yhteisen saunatilan kiukaan ohjaus (*ohjaus, käyntitila*)
- Hälytykset palovaroittimilta ja automaattiselta paloilmittimelta
- Vikahälytykset aurinkosähköjärjestelmältä

OPPAAN LAATIMISESSA APUNA TOIMINEET HENKILÖT, KÄYTETYT TEOKSET JA HENKILÖHAASTATTELUT

1. Sakari Mäenpää, Halttu Jukka & Hurtig Heikki. A-Insinöörit, Oulu. Oppaan tietosisällön kommentointi ja kehittäminen.
2. Pulkkinen Juho. A-Insinöörit, Oulu. Esimerkkisuunnitelmien laatiminen - LVI.
3. Savolainen Lauri. A-Insinöörit, Tampere. Haastattelu 2024 – mitoitusementalpien huomioiminen ilmanvaihdon jäähdytyspatterin mitoituksessa.
4. Kokko Kari. Elvak Oy. Haastattelu 2024 – Rakennusautomaatiojärjestelmä elinkaaren näkökulmasta.
5. Wahlfors Toni & Nieminen Saija. Uponor Suomi Oy. Haastattelu 2024 – Lattiaviilennysjärjestelmän suunnittelussa huomioitavat asiat.
6. Talotekniikkainfo 2024. Vesi- ja viemärilaitteistot -opas, Sisäilmasto ja ilmanvaihto -opas ja ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuus -opas.
7. Espoon kaupungin rakennusvalvontakeskus, rakennusvalvonnan ohje 2022 (päivitetty 2023). Kesäajan lämpötila asuinkerrostalon suunnittelussa.
8. Vuolle, Mika & Marongiu, Federica 2021. Equa Simulations Finland Oy. Opas Asuinkerrostalojen kesän sisälämpötilojen määräysten mukaisuus, hallinta ja jäähdytys.
9. Helsingin kaupungin asuntotuotanto, Helsingin asuntotuotannon ohje 2023. LVIA-suunnitteluohje.
10. Helsingin kaupungin asuntotuotanto, Helsingin asuntotuotannon ohje 2017. Sähkötyöselostus.
11. Uponor Infra Oy 2015. Uponor-kiinteistö-viemärintikäsikirja. Suunnittelu- ja asennusohje.
12. Rakennustietosäätiö RTS 2016. Talpet-pesulakoneet, Talpet-vaatehuoltotilat, Talopesulat Oy.

Edellämainittujen lisäksi oppaassa on viittauksia esimerkiksi asetuksiin, määräyksiin ja ohjeisiin, jolloin kyseinen lähde on mainittu tekstiosuudessa.